

percelering is blokvormig. Het Groningse knipkleigebied is blijkens de Nebo-verkenning van De Smet grotendeels verjongd, hetgeen meer op kwelderachtige toestanden wijst. Daarmede zouden oude berichten die op schapenhouderij wijzen, in overeenstemming kunnen zijn.

Na de bedijking zijn in beide provincies grote, oorspronkelijk moerassige terreinen in opstreckende verkavelingen gelegd. Het noorden van Noord-Holland heeft eveneens blokverkaveling in een wijd gebied rond Schagen, hetgeen wijst op een oud bodemgebruik. De pikkleigronden, vergelijkbaar met de knip- en knikkleigronden, kunnen zeer wel als beweid grasland zijn opgeslibd.

Het gebied van de woudgronden heeft echter opstreckende verkavelingen en is dus klaarblijkelijk eerst na de eerste bedijking ontgonnen.

### *Summary*

The transformation of the riverclay landscape, the southern marine clay area and the marine clay area in the northern part of the Netherlands in the shape of man-made landscapes was performed in the Middle Ages and mainly in the Frank Era. With the exception of Friesland the thus formed landscape became flooded periodically later on and covered with sediments. In Friesland the „pik” clay (sticky clay), covering the preceding Roman settlement plain, remained in use as pasture during this sedimentation era. This was also the matter with the „pik” clay (sticky clay) area in North-Holland. The land division is often blockshaped indicating an abundance of land at the time of partition. The pattern of the land division remained unchanged until the farm consolidations originating from the twentieth century.

## DE BODEMKUNDIGE OPBOUW VAN HET GRONINGER KLEIGEBIED

*Soil conditions in the clay area in the province of Groningen*

door/by

**Ir. L. A. H. de Smet en J. J. Vleeshouwer**

### 1. INLEIDING

Over de opbouw en het ontstaan van het Groninger kleigebied en de daarin voorkomende gronden is tot nu toe betrekkelijk weinig geschreven. De bekende werken o.a. van Acker Stratingh en Westerhoff (1839), van Acker Stratingh en Venema (1855), van Van Bemmelen (1863) en van Kooper (1939) zijn tot nu toe de voornaamste bronnen. Op de voorlopige bodemkaart van Nederland, die in het werk van Edelman (1950) voorkomt, worden de voornaamste kleigronden in de provincie Groningen aangegeven. Edelman geeft van deze kleigronden een globale beschrijving.

De in de provincie Groningen voorkomende kleigronden verschillen in opbouw van het profiel, in kleidikte, in gehalte aan koolzure kalk, in zwaarte en in structuur van de klei. Deze verschillen hangen in grote mate samen met

de wijze waarop het gebied ontstaan is en met de omstandigheden, waaronder de klei tot afzetting kwam. Het is gebleken, dat de landbouwkundige waarde van de diverse gronden verband houdt met de genoemde eigenschappen.

In 1954 werd het Groninger kleigebied door ons bodemkundig verkend. Bij deze verkenning konden wij gebruik maken van de kennis, die bij de kartering in Friesland door Veenbos en Vleeshouwer werd verzameld en waarover Veenbos reeds het een en ander publiceerde.

De verzamelde gegevens werden in het veld op topografische kaarten, schaal 1:50.000, genoteerd. Hieruit kon een globale bodemkaart afgeleid worden. Deze kaart zal te zijner tijd door de Stichting voor Bodemkartering gepubliceerd worden. Uit deze globale kaart werd een bodemkundig overzichtskaartje samengesteld, dat hierbij opgenomen is.

## 2. DE GEOLOGISCHE BOUW

Over de geologische bouw van noordelijk Nederland is betrekkelijk weinig bekend. Uit de weinige gegevens en vooral uit wat de verschillende bouwputten in het noorden gedurende de laatste jaren te zien hebben gegeven blijkt, dat er wel enige overeenkomst bestaat tussen de holocene wordingsgeschiedenis van de noordelijke provincies en die van westelijk Nederland.

Evenals in het westen van het land worden ook in het noorden op verschillende plaatsen steeds twee veen- en twee kleilagen aangetroffen. Over de ouderdom van deze veenlagen bestaat over het algemeen nog onzekerheid. Tot nu toe zijn nog te weinig veenlagen palynologisch onderzocht. Toch geeft de opeenvolging van veen-klei-veen-klei aanleiding tot de veronderstelling, dat de onderste veenlaag met het „veen op grotere diepte” de onderste kleilaag met de „oude blauwe zeeklei”, de bovenste veenlaag met het „oppervlakteveen” en de bovenste kleilaag met de „jonge zeeklei” overeenkomen.

Deze veronderstelling is in overeenstemming met de bevindingen van Vermeer-Louman (1934) en Van Aniel (1949). Vermeer-Louman onderzocht een veenlaag uit een boring bij Uithuizen en stelde deze in verband met haar ligging en ouderdom gelijk aan het veen-op-grotere-diepte uit het westen van het land. Een op pleistoceen zand rustende veenlaag bij Franeker werd door Van Aniel eveneens als veen-op-grotere-diepte beschouwd.

Aangezien de bodemgesteldheid van Oost-Friesland (Duitsland) in grote trekken overeen moet komen met die van het noorden van ons land, zijn de onderzoeken van Dodo Wildvang (1938) voor ons van belang. Wildvang vond in het kleigebied van Oost-Friesland eveneens twee veen- en twee kleilagen. Volgens hem werd het veen-op-grotere-diepte (Basismoor) gevormd in het Boreaal en het begin van het Atlanticum, de onderste kleilaag in de tweede helft van het Atlanticum, de bovenste veenlaag in het Subboreaal en eindelijk de bovenste kleilaag in het Subatlanticum.

Veenbos (1952) geeft in zijn artikel „De bodem van Friesland”, een schematische voorstelling van de profielopbouw van zeeklei- en laaggelegen veengebieden in verband met transgressie- en regressiebewegingen van het zeeniveau. Hieruit blijkt (zie fig. 1), dat in zeewaartse richting het oppervlakteveen verdwijnt en op bepaalde plaatsen zelfs ook het veen-op-grotere-diepte. Dit laatste komt volgens Wildvang (1938) ook in Oost-Friesland voor. Volgens de profielen van Kooper (1939) zou dit in Groningen op verschillende plaatsen eveneens het geval zijn.

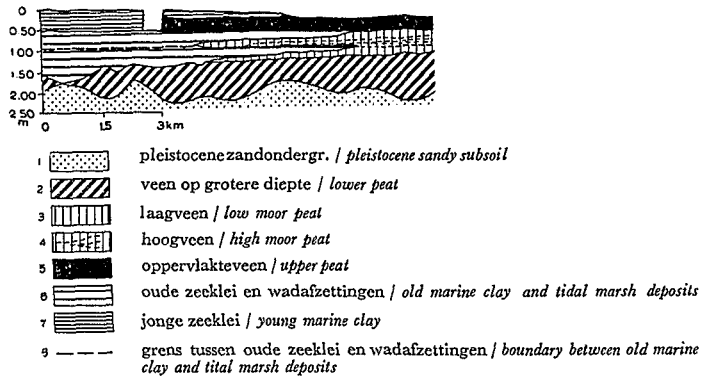


Fig. 1.

Schematische voorstelling van de profielbouw van zeeklei en laaggelegen veengebieden in verband met transgressie- en regressiebewegingen van de zeespiegel. Naar Veenbos (1952).  
*Schematic representation of the profile of sea clay and low lying peat areas in connection with transgression- and regression movements of the sea level, according to Veenbos.*

### 3. SCHETS VAN DE HOLOCENE GESCHIEDENIS VAN GRONINGEN

Het begin van de holocene geschiedenis kunnen we in Groningen zeer waarschijnlijk op het eind van het Boreaal ( $\pm 5000$  jaar vóór Chr.) stellen. Het klimaat werd toen vochtiger. Een voortdurende stijging van de zeespiegel ging hiermede gepaard, waarvan de stijging van de grondwaterstanden weer een gevolg was. Onder dergelijke omstandigheden werd veengroei mogelijk. Eerst werden de dalen en kommen van de pleistocene ondergrond, die doorgaans uit zand, kleileem en potklei bestaat, opgevuld met veen. Langzamerhand breidde het veen zich over hogere gronden uit. Enkele zeer hooggelegen koppen en ruggen hebben echter nooit veen gedragen (Noord- en Zuidhorn, Groningen, e.a.). De veengroei hield niet overal gelijke tred met de stijging van het zeeniveau. Ter plaatse van het huidige kleigebied werd zelfs op verschillende plaatsen het veen aangetast. Deze aantasting begon allereerst langs de dalen in het Pleistoceen. Op de hoger gelegen delen en meer landinwaarts bleef het veen gespaard. Het eerste begin van de vernietiging en overspoeling moet waarschijnlijk tegen het eind van het Atlanticum opgetreden zijn. Er werden toen over vrij grote oppervlakten dikke lagen wadzand en klei afgezet. Deze afzettingen blijken in het noorden iets jonger te zijn dan de oude „blauwe” zeeklei uit het westen van het land, die daar in verschillende droogmakerijen aan de oppervlakte komt.

Op het eind van het Atlanticum kwam in het westen van het land aan de overspoeling door de zee een einde. De oude duinen vormden daar toen een natuurlijke bescherming. Het gevolg hiervan was een nieuwe veengroei. De periode, waarin dit laatste veen (oppervlakteveen) gevormd werd, is het Subboreaal. In het noorden van het land bleef, althans in een belangrijk deel van het huidige kleigebied, de zee gedurende het Subboreaal nog aanwezig. De mariene-sedimentatie ging daar dus ongestoord voort. Meer zuidelijk echter, trok de zee zich langzaam terug. Over de daar gevormde kleilaag kon de veengroei zich weer herstellen. Dit veen is te vergelijken met het oppervlakteveen van het westen van het land.

Op het eind van het Subboreaal en in het Subatlanticum werd het in Groningen gevormde oppervlakteveen op verschillende plaatsen aangetast of

overslibd. Deze laatste kleisedimenten moeten reeds tot de formatie van de jonge zeeklei gerekend worden.

Bij een bodemkundig onderzoek in de omgeving van Overschild kwam Wiggers (1950) tot de conclusie, dat de sedimentatie van de jonge zeeklei aldaar zich in twee fasen heeft voltrokken. In de eerste fase vond volgens hem de afzetting plaats via een stelsel van kreken; in de tweede fase werd hierover een jongere kleilaag als een dunne afdekkende laag afgezet. In het zuidelijk gedeelte vormt een dun veenbandje het scheidingsvlak tussen de beide niveau's van de jonge zeeklei, in het noorden van het door Wiggers onderzochte gebied wordt een oud vegetatieoppervlak nog als een dun zwartblauw laagje teruggevonden.

Het door Wiggers beschreven oude vegetatie-oppervlak werd door ons ook elders in de provincie herhaaldelijk aangetroffen. Inderdaad gaat dit oude begroeiingsvlak plaatselijk en vooral in zuidelijke richting over in een dun veenlaagje. Wildvang (1938) vond op verschillende plaatsen in Oost-Friesland hetzelfde verschijnsel. In de jonge zeekleiafzettingen komt daar, eveneens op geringe diepte, een oud begroeiingsvlak voor, dat hij aanduidde als „der blauen Strahl”.

In verband met het voorkomen van oude begroeiingshorizonten wordt in Groningen veelal van „oude klei” en „jonge klei” gesproken. Volgens Rietema (1914) zijn op deze „oude klei” de terpen aangelegd, zodat deze klei reeds van vóór het begin van onze jaartelling moet dateren. Wiggers (1950) merkt zeer terecht op, dat het, om verwarring tussen de „oude blauwe zeeklei” en de „oude klei” te voorkomen, aanbeveling verdient te spreken van de oude en de nieuwe fase van de jonge zeeklei. Hij laat dan voorlopig in het midden of er niet meer fasen in de opslibbing van de jonge zeeklei in Groningen te onderscheiden zijn. Inderdaad is uit ons onderzoek gebleken, dat bij de afzetting van de jonge zeeklei meer dan twee fasen te onderscheiden zijn. Deze fasen zullen hierna nader besproken worden.

#### 4. DE VORMING VAN HET OUDE KWELDERLANDSCHAP

Hierboven is reeds opgemerkt, dat in Groningen sedert het Atlanticum onafgebroken afzetting van mariene-sedimenten plaats kon vinden. Aanvankelijk werd in het zeegebied, dat door vernietiging van het veenlandschap ontstaan was, wadzand, in de vorm van platen en banken afgezet. In een later stadium ging de opslibbing van deze platen en banken voort met over het algemeen zwaarder materiaal. Tenslotte kwam „het hoge wad” in het kwelderstadium, vermoedelijk mede als gevolg van de daling van het zeeniveau langs onze kusten tijdens het Subboreaal.

Vindt de opslibbing van wadzandplaten in een regelmatig en ongestoord tempo plaats, dan ontstaat er een vlak kwelderlandschap, waarin de hoogteverschillen gering zijn en de profielen naar beneden toe geleidelijk aan iets lichter worden. In het algemeen is de zeekant van zo'n vlak kwelderlandschap iets hoger gelegen en uit lichter materiaal opgebouwd dan de landzijde.

Een dergelijke, rustige opslibbing komt weinig voor. De profielopbouw van de oude kweldergronden bestaat o.a. uit afzettingen, die doorgaans sterk gelaagd zijn. Aan de zeezijde zijn deze afzettingen aanmerkelijk zandiger en tot een duidelijk hoger niveau opgebouwd dan verder landinwaarts. De sterke gelaagdheid (gelaagd complex) moet in verband gebracht worden

met stormvloedperioden, waarbij materiaal werd afgezet, dat zandiger was dan de normale vloedsedimenten.

Belangrijker nog dan die van de stormvloedperioden was de invloed van de transgressies op de vorming van het oude kwelderlandschap. Bij een transgressie vond immers aan de zeezijde van een in ontwikkeling zijnde kwelder erosie plaats. Het bij de aantasting losgemaakte materiaal werd verderop over de kwelder weer afgezet. Lichte zavel werd direct op de rand van de kwelder gedeponeerd, zware zavel en klei kwamen verder landinwaarts tot sedimentatie. Zodoende ontstond er een *kwelderrug* of *kwelderwal*; het lagergelegen gedeelte achter de kwelderwal wordt *kweldebekken* genoemd. In sommige gevallen werden bij voortgaande erosie diepere en lichtere afzettingen aangesneden. Dit materiaal werd eveneens, zowel nu op de reeds gevormde kwelderwal als nog verder landinwaarts over zwaarder materiaal gesedimenteerd.

Uit het bovenstaande blijkt, dat een kwelderwal een secundaire vorming is. Aangezien deze na afbraak van de oude kwelderkust ontstaat, kan de ondergrond en de diepere ondergrond zeer sterk in zwaarte wisselen.

De kwelderwallen vormen tezamen met de kweldebekken een landschap, dat doorgaans als het *oude kwelderlandschap* wordt aangeduid. In tegenstelling tot het jonge ontstond het onder natuurlijke omstandigheden.

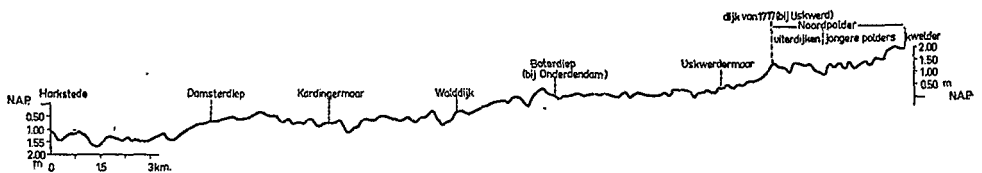


Fig. 2.

Z.N. Profiel door het Lage- en Hogeland van Groningen, naar Kooper (1939).

S.N. cross section through the lower and higher country of Groningen, according to Kooper (1939).

Het ontstaan en de opbouw van het oude kwelderkleilandschap werd voor Friesland reeds door Veenbos (1952) beschreven. De opbouw van het oude kwelderkleilandschap in Groningen vertoont veel overeenkomst met dat van Friesland. Zowel in Friesland als in Groningen kwam zeer waarschijnlijk voor het begin van onze jaartelling een eind aan de vorming van vlakke kwelderkleilandschappen. In de periode die daarop volgde, ontstonden er vrij hoge wallen. Deze wallen zijn in noordelijk Groningen zeer duidelijk in het terrein waar te nemen. Het „Hoogeland” dankt er zijn naam aan. (fig. 2). We noemen hier de wal, waarop Uithuizen, Roodeschool, enz. gebouwd zijn. Achter Uithuizermeeden ligt de Hefswal of Heefswal. Nog een andere rug is die, welke loopt van Ulrum naar Leens en de Hoorn enz.

De kwelderwallen sloten het achterland min of meer af. Daar, waar de toenmalige rivieren de Lauwers, de Hunze, de Fivel en de Eems hun weg naar zee vonden, had de kwelderwal betrekkelijk kleine, min of meer V-vormige openingen. De Eemsmonding zal toen echter groter geweest zijn. De Hunze mondde in die tijd vermoedelijk niet of niet alleen bij Zoutkamp in zee uit, maar stroomde langs het huidige Pieterburen naar de Waddenzee („Oerhunze”).

We zijn er van uitgegaan, dat een groot gedeelte van het op het pleistoecen ontwikkelde veengebied is weggeslagen en dat daar de mariene sedimentatie met zandig materiaal begon. Veelal wordt echter op de grens van het wel en niet aangetaste veen slappe klei als eerste sedimentatie gevonden. Later vormde zich hierop een normale kwelder. Ook op niet aangetast veen kan kwelderafzetting voorkomen. Dit veen kan veen op grotere diepte zijn. Is het oppervlakteveen, dan kan hieronder nog oude zeeklei en veen-op-grotere-diepte voorkomen.

##### 5. DE AFZETTING VAN KNIK- EN BRAKWATERKLEI EN DE VERZANDING VAN DE „OER-HUNZE”

Door de openingen in de kwelderwallen kon het sterk slibhoudend zeewater ver landinwaarts binnendringen. Evenals in Friesland (Veenbos, 1952) zal ook in Groningen omstreeks 300 jaar na Chr., vooral tengevolge van een transgressie, de aanvoer van het slib in het achterland groot geweest zijn. Dit slib bezonk achter de kwelderwallen. De omstandigheden, waaronder deze klei tot afzetting kwam, waren van dien aard, dat de *knikklei* ontstond. De in de provincie Groningen als knik bekend staande klei is volkomen te vergelijken met de in Friesland door Veenbos (1949, 1952, 1955) en in Noord-Holland door De Roo (1953) resp. beschreven knip- en pikklei. We zullen op het ontstaan van knikklei hier niet nader ingaan.

De knikklei rust even ten zuiden van het oude kwelderlandschap op een zavelige kleiafzetting. Deze hangt met de afzettingen van het oude kwelderlandschap samen. Meer zuidwaarts is de knik op veen gelegen. Deze knikkleigronden liggen ten opzichte van de gronden van het oude kwelderlandschap laag.

Voor Friesland werd verondersteld, dat de afzetting van knipklei tot ca. 800 jaar na Chr. is doorgegaan (Veenbos, 1952). We zouden kunnen aannemen, dat dit ook voor Groningen het geval is geweest. Het is echter niet onmogelijk, dat het afzetten van knikklei in Groningen iets eerder opgehouden is en plaats gemaakt heeft voor een andere afzetting, die we hier *brakwaterklei* zullen noemen. De brakwaterklei is iets minder zwaar dan de knikklei en heeft niet de kenmerken van een knikstructuur. De overgang van de brakwaterklei naar de knikondergrond is meestal vrij plotseling.

Aan de afzetting van de brakwaterklei moet een verwijding van de mondiggebieden vooraf gegaan zijn. Vooral de Eems en de Lauwers hebben zich toen blijkbaar sterk uitgebreid, waardoor de zee verder het land kon binnendringen en zodoende lichter materiaal ver landinwaarts afzetten. Veel kwelder materiaal is toen verplaatst. Dit sedimenteerde over knikklei en enige andere kleiafzettingen. Bij het landinwaarts dringen van de zee werden in het knikkleilandschap kronkelende geulen (*prielen*) uitgeschuurd. Vaak zijn deze prielen in het terrein nog duidelijk terug te vinden. Veelal fungeren ze nog als perceelsscheidingen en dikwijls worden ze begeleid door ruggetjes, die de vorm hebben van oeverwallepjes.

Behalve over knik kwam brakwaterklei ook over enkele kleinere laaggelegen gedeelten van het oude kwelderlandschap en over de hieronder nog te bespreken woudgronden tot afzetting. Meer zuidwaarts werd zelfs over nog niet of weinig overslibd veen brakwaterklei gesedimenteerd. Tenslotte bezonk hetzelfde materiaal in sommige gedeelten van de toenmalige geulen of hun vertakkingen. Het Damsterdiep, dat in oude oorkonden als de Delf

wordt aangeduid, en de Oude Ae, op te vatten als zijrivieren van de Eems, werden met brakwaterklei dichtgeslibd. Hetzelfde gebeurde met enkele zijtakken van de Lauwers. Zeer waarschijnlijk zal in dezelfde tijd van de afzetting van de brakwaterklei, de mond van de vroegere Hunze bij het tegenwoordige Pieterburen – die voortaan „Oer Hunze” genoemd zal worden – verzand zijn. De Hunze boog toen af naar het westen en kwam via de Lauwers in zee. Het materiaal, dat bij de verzanding van de Oer-Hunze sedimenteerde, is lichtzavelig en bijna niet te onderscheiden van de lichtzavelige afzettingen, waaruit de kwelderwallen zijn opgebouwd. Ook wat hoogteligging betreft, komt de verzande zeeboezem veel overeen met het oude kwelderlandschap. De opslibbing met zavelig materiaal vond tot op een vrij hoog niveau plaats. Pieterburen, het hoogste punt van de oude boezem, ligt bijna even hoog als de in de nabijheid voorkomende kwelderwallen.

## 6. HET ONTSTAAN EN DE DICHTSLIBBING VAN DE ZEEBOEZEMS

De openingen in de kwelderwallen, waarin de Lauwers, de Fivel en de Eems naar zee uitmondde, bleven na de dichtslibbing van de Oer-Hunze bestaan. Deze openingen hebben zich evenwel nog vergroot, zelfs zo, dat er vrij grote binnenzeeën of zeeboezems ontstonden. Dit gebeurde in de periode tussen de 12e en de 16e eeuw. Zo ontstond de Lauwerszee in het begin van de 12e eeuw, de Fivelboezem in de 12e eeuw en de Dollard in het begin van de 15e eeuw. De verschillende zeeboezems zijn dus niet tegelijkertijd ontstaan. Dit wijst er op, dat de oorzaak hiervan niet alleen gezocht moet worden in een verhoging van het gemiddelde zeeniveau. Stroomverleggingen langs de kust met verhoogde stormvloedactiviteiten, die in het westen begonnen zijn en zich blijkbaar langzamerhand naar het oosten verplaatst hebben, zullen hier zeer zeker een belangrijke rol bij gespeeld hebben.

Het ontstaan van de Lauwerszee en de Fivelboezem kan beschouwd worden als een min of meer geleidelijk proces, waarbij het bestaande land steeds verder werd aangetast, in hoofdzaak langs de bestaande geulen en prielen. De Dollard daarentegen is in een vrij korte tijd ontstaan. Bij de inbraak van de Dollard werd namelijk een vrij groot laaggelegen veengebied verzvolgen.

De inbraken rondom de Lauwerszee verliepen vooral in zuidelijke en zuidoostelijke richting, terwijl eveneens grote gebieden langs het huidige Reitdiep werden aangetast. In zuidelijke richting vond aantasting plaats via geulen, waarvan verschillende nog duidelijk in het terrein zijn terug te vinden. Hier en daar zijn tussen de geulen enige eilanden gespaard gebleven, zoals het Oogh, waarop later het Munnikenzyl werd gesticht en vermoedelijk een gedeelte van de Westerwaard bezuiden Pieterzyl en het gebied bij Burum. Het gehele noordwestelijke deel van de provincie moet toen een „Halligenkarakter” vertoond hebben, zoals we dat nu nog aan de kust van Sleeswijk-Holstein vinden.

De Lauwerszee drong ook via het Reitdiep en de Hunze ver het land binnen. Hierbij werden tot zelfs even voorbij de stad Groningen aan weerszijden van de Hunze betrekkelijk smalle, vrij hoge oeverwallen opgeworpen. Ze bestaan er echter uit zware klei.

Bij de uitbreiding van de Fivelboezem werd het oude land eveneens via geulen en zijgeulen aangetast. De aantasting vond in zuidelijke richting tot even voorbij Ten Post plaats. De zuidoostzijde van de boezem liep over Loppersum, Zeerijp (rijp = oever), Godlinze en Spijk. Vooral aan de westzijde

ontstonden in het oude kwelderlandschap kleinere inhammen. Evenals in de Lauwerszee bleven ook hier enkele eilanden behouden.

De Dollardboezem is eigenlijk een rivierboezem. De rivier de Eems liep destijds met een sterke noordwaartse bocht langs Emden. Even oostelijk van deze bocht mondde de Ae (Westerwoldse) met de Tjamme in de Eems. De doorbraak van de Dollard vond in hoofdzaak langs de Ae en de Tjamme plaats.

Er werd reeds opgemerkt, dat de grootste uitgebreidheid van de Dollard niet langzamerhand door achtereenvolgende inbraken ontstond, maar ineens. De gronden, die door het water werden overstromd, bestonden namelijk in hoofdzaak uit lage veengronden. Langs de toenmalige Eems en plaatselijk langs de zijriviertjes waren deze met een strook klei (Eemsklei) bedekt. Het overstromingswater drong ver het land binnen. In het zuiden werden er twee inhammen gevormd, waartussen het voormalige schiereiland van Winschoten behouden bleef. De oostelijke inham ging tot aan Wedde in Westerwolde, de westelijke tot bijna aan Veendam.

Nadat de boezems met hun vertakkingen hun grootste uitbreiding hadden verkregen, is alles weer langzamerhand dichtgeslibd. Deze dichtslibbing is voor de Fivelboezem reeds voltooid, maar gaat bij de Lauwers en de Dollard nog steeds voort. De wijze, waarop de dichtslibbing verliep en nog verloopt, is voor de verschillende boezems niet dezelfde.

Aanvankelijk werd in iedere boezem tot ver in het achterland lichte zavel gebracht en daar in de vorm van platen of oeverwallen afgezet. In een later stadium, wanneer de opslibbing een bepaald niveau bereikt had, werden eerst de zandige platen en oeverwallen bedekt met zware klei. Tenslotte werden ook de beddingen van de oude geulen hiermede opgevuld. Het lichtere materiaal kwam toen steeds meer zeewaarts tot bezinking. Later oefenden ook de bedijkingen, waarbij de zeeboezems telkens verder ingeperkt werden, een belangrijke invloed uit op de zwaarte van de profielen. Over het algemeen liggen in iedere jonge polder de zwaarste gronden bij de oude dijk en de lichtste bij de nieuwe dijk. De hier beschreven wijze van dichtslibbing vinden we in sterke mate in de Lauwers en de Fivel en in mindere mate in de Dollard. De dichtslibbing van de Dollard begon eveneens met zavel en lichte klei. Het zware kleidek, dat hierop afgezet werd, is vrij uniform van samenstelling. Het is in de oudste polders erg dun, maar wordt in de richting van de jongste geleidelijk aan dikker. In de regel worden in één polder geen verschillen in zwaarte aangetroffen.

Bij de dichtslibbing van de Lauwers en zijn vertakkingen werd in het zuidelijke, reeds verzande gedeelte van de Oer Hunze zavelig materiaal afgezet. Het verjongingsdek van deze oude zeeboezemgrond is vrij dun: ongeveer 30 cm.

## 7. HET JONGE KWELDERLANDSCHAP

Behalve het oude kwelderlandschap onderscheiden we ook nog het jonge, dat ten noorden van het oude gelegen is. Nadat de mens het oude kwelderlandschap door de aanleg van de zogenaamde Olddijk tegen de zee beschermd had, vonden ten noorden van deze dijk aanslibbingen plaats. In de laatste paar eeuwen werden en worden deze aanslibbingen regelmatig ingepolderd. Het *jonge kwelderlandschap* bestaat op het ogenblik nog een smalle strook. De invloed van de mens op de vorming van dit landschap is groot.



Zodoende is het beeld van het jonge kwelderlandschap totaal anders dan dat van het oude. Er worden geen ruggen aangetroffen, die afwisselen met lagergelegen terreindelen, maar het bestaat uit vrijwel vlak gelegen polders, die naar zeezijde echter wel iets oplopen.

Tegenwoordig wordt getracht de aanslibbingen aan onze kust langs kunstmatige weg te bevorderen. De verschillende methoden, die hierbij gevolgd worden, zullen hier onbesproken blijven.

De jonge kweldergronden kan men nog onderverdelen in de uiterdijkslanden en de *jongere polders*. De uiterdijkslanden liggen langs de Olddijk, ongeveer vanaf Dijkum naar de Hefswal. Dit land werd in het begin van de 18e eeuw bedijkt. De toen nieuw aangelegde dijk staat tegenwoordig bekend als de Middendijk. Ten noorden van deze laatste dijk liggen de jongere polders. De meeste van deze polders zijn in de 19e en de 20e eeuw bedijkt. De Uiterdijkslanden en alle jongere polders geven, op enkele uitzonderingen na, hetzelfde beeld te zien. In iedere polder worden de gronden vanaf de oude naar de nieuwe dijk geleidelijk aan lichter, terwijl in dezelfde richting de gronden ook iets hoger komen te liggen. De profielopbouw van de meeste gronden vertoont een min of meer gelaagde ondergrond. In de regel is deze ondergrond lichter dan de bovengrond.

De overblijfselen van oude geulen vormen in het jonge kwelderlandschap de laagstgelegen stroken. In de Uiterdijkslanden komen langs deze geulen de zwaarste gronden voor. Dit in tegenstelling tot de jongere polders, waar zeer dikwijls in de voormalige geulen of aan weerszijden van de nog bestaande, lichte zavel gevonden wordt.

## 8. DE WOULDGRONDEN EN OUDE BEGROEIINGSHORIZONTEN

Uit bovenstaande beschrijving blijkt, dat na de vorming van het oude kwelderlandschap, zich nog belangrijke transgressies hebben voorgedaan, waarbij bepaalde delen van het landschap vernietigd werden, terwijl elders jongere sedimenten tot afzetting kwamen. Zeer belangrijk zijn de transgressies, waarin achtereenvolgens de knikklei, de brakwaterklei en de jonge zeeboezemklei gevormd werden. Komen er meer dan één van de genoemde afzettingen in een bepaald profiel voor, dan worden deze vaak gemarkeerd door een oud vegetatievlak of begroeiingshorizont. In het voorgaande werden hierover al enkele opmerkingen gemaakt.

In de tussentijdse regressieperioden moeten grote delen van de toen gevormde kleilandschappen drooggelegen hebben. Ze moeten begroeid en in vele gevallen bewoond geweest zijn. Het is bekend, dat het oude kwelderlandschap reeds voor het begin onzer jaartelling bewoond was (Van Giffen, 1936). Dit blijkt onder anderen uit oudheidkundige vondsten. Daarna traden weer overstromingen op, die de bewoners op verschillende plaatsen noodzaakten hun woonplaatsen op te hogen (terpenbouw). Ook het knikkleilandschap was reeds zeer vroeg, namelijk vanaf het kwelderstadium, bewoond. Ook hier moest de mens zich terugtrekken op terpen.

Gronden, met zeer duidelijke kenmerken van een oude begroeiing zijn de z.g. *woudgronden*. Door Edelman en Van Liere (1949) werden deze woudgronden, die ook elders in het land voorkomen, reeds beschreven. In Groningen liggen de woudgronden ten noordoosten van de stad en in enkele kleinere oppervlakten bij het Schildmeer. Ze worden gekenmerkt door een donker gekleurde vrij humeuze bovengrond, terwijl de ondergrond van deze pro-

fielen uit kwelderklei (gelaagd complex) bestaat. Deze kwelderklei hangt met die van het oude kwelderlandschap samen. De woudperiode leeft, behalve in de eigenschappen van de gronden, nog voort in de namen van dorpen, boerderijen en percelen. De woudgronden, die hier beschreven worden, kunnen opgevat worden als oude kweldergronden, waarop, volgens Edelman en Van Liere, een moerasbos heeft gestaan. De eigenschappen van deze begroeiing vinden we op het ogenblik in de zwarte, rulle bovengrond terug.

Even buiten het gebied van de eigenlijke woudgronden wordt in tal van profielen de oude woudbegroeiing als een begroeiingshorizont in de ondergrond teruggevonden. De door deze profielen gekenmerkte gronden zijn als *verjongde woudgronden* op te vatten. De dikte van het verjongingsdek varieert van 20 tot 60 cm. Geschiedt de opslibbing bij de verjonging langzaam, dan moet het mogelijk geacht worden, dat de vegetatie zich tijdens de sedimentatie kan handhaven. Neemt de invloed van de zee toe, dan zal de begroeiing verstikt en door een kleilaag afgedekt worden. De oude begroeiingslaag zal tenslotte als een humeuze band in het profiel terug te vinden zijn.

De woudgronden, die niet door een grijze kleilaag afgedekt werden, worden als niet-verjongde gronden opgevat. Toch moet het humeuze dek van deze gronden beschouwd worden als een laag die ontstaan is als gevolg van begroeiing en langzame afzetting van jongere sedimenten. Het materiaal van deze jongere sedimenten komt zeer waarschijnlijk overeen met dat van de brakwaterklei. Het is niet onmogelijk, dat het humeuze dek van de woudgronden plaatselijk ook nog uit materiaal werd opgebouwd, waaruit zich elders knikklei heeft gevormd.

In het gebied van de woudgronden komen betrekkelijk kleine oppervlakken voor, waar de zwarte bovengrond ontbreekt en waar het gelaagde complex nagenoeg aan de oppervlakte gelegen is. Ze liggen iets hoger dan hun omgeving. Als gevolg van deze hogere en daardoor drogere ligging kon blijkbaar het organisch materiaal van de toenmalige begroeiing volledig oxyderen. Op die plaatsen zal ook weinig slib tot afzetting gekomen zijn, zodat de vorming van een humeus dek achterwege bleef.

Dat het gebied van de woudgronden niet in zijn geheel verjongd werd, kan ook een gevolg zijn van het feit, dat omstreeks 1000 jaar na Chr. de z.g. Wolddijk aangelegd werd. Deze dijk beschermde aan de westzijde het gebied tegen het overstromingswater van de Hunze. De Wolddijk is één van de oudste dijken van de provincie Groningen, zo niet de alleroudste.

De woudgronden zijn thans ten opzichte van hun omgeving laaggelegen. Aanvankelijk moeten deze gronden, in vergelijking met het aangrenzende gebied, hoger gelegen hebben.

Er werd reeds opgemerkt, dat ook de oude kweldergronden begroeid zijn geweest. In de profielen van deze kweldergronden worden over het algemeen weinig kenmerken aangetroffen, die op een intensieve begroeiing wijzen. Evenals bij bepaalde woudgronden moeten we ook hier aannemen, dat het organisch materiaal volledig verdwenen is. In de regel zijn de profielen van de oude kweldergronden tot op zekere diepte grijsbruin gekleurd en kalkarm. Misschien wordt de grijsbruine kleur veroorzaakt door een bepaalde humusvorm, afkomstig van de oude vegetatie. De oude kweldergronden, die verjongd werden, bezitten op een bepaalde diepte in het profiel veelal een humeuze band. Deze band is weer een duidelijke aanwijzing, dat het voormalige landschap droog heeft gelegen en begroeid is geweest.

Het knikkleilandschap is, op een enkel deel na, in zijn geheel verjongd. De

ondergrens van het verjongingsdek wordt hier een enkele maal gemarkeerd door een begroeiingshorizont. In deze verjongde knikprofielen kunnen wel oudere begroeiingshorizonten voorkomen. Deze liggen dan op de overgang van de knik- naar de oude kwelderklei, e.v. woudondergrond.

In de profielen van de jongste afzettingen, namelijk in die van de jonge zeeboezems en het jonge kwelderlandschap worden in de regel geen oude vegetatiehorizonten aangetroffen. In het gebied van de Dollard komen ze echter nog wel eens voor en wel op de overgang van de Dollardklei naar de reeds eerder genoemde Eemsklei. Deze overgang kan plaatselijk zelfs sterk venig zijn.

## 9. DE OVERGANGSGEBIEDEN VAN KLEI NAAR VEEN OF ZAND

In een smalle strook, die de overgang vormt van klei naar veen, plaatselijk naar zand, komen klei-op-veengronden, venige kleigronden, slibhoudende veengronden en gebroken kleigronden voor. De uitwiggende kleilaag kan in dikte variëren. Bij een dikte van 30 cm en minder is de kleiafzetting humeus tot sterk humeus. Rust deze kleilaag rechtstreeks op zand, dan wordt gebroken grond aangetroffen; de klei is dan sterk grofzandhoudend. Is de kleiafzetting dikker dan 30 cm, dan is hij onder de bouwvoor meestal knikkig. Zowel in de humeuze als in de gebroken en de knikkige kleilaag vormt het fijne slib een zeer belangrijk bestanddeel. Voor de meeste overgangsgebieden is het niet gemakkelijk uit te maken in welke transgressieperiode dit slib aangevoerd werd.

In het overgangsgebied van de Dollard is de kleilaag uit Dollardslib opgebouwd. Bij de overslibbing van het veen ontstonden hier op vele plaatsen de z.g. *rodoorns*. Het zure veenwater dat uit de voormalige zuidelijker gelegen veengebieden afkomstig was, is oorzaak geweest van het ontstaan van deze gronden (de Smet, 1951).

Ten noordwesten van het Dollardgebied wordt de opbouw van de uitwiggende kleilaag in hoofdzaak bepaald door brakwaterklei en plaatselijk door Eemsklei. De daar gevormde klei-op-veengronden staan eveneens bekend als rodoorns of rodoornige gronden.

In het Woldgebied en verder oostelijk van de stad Groningen laten vrij veel klei-op-veengronden zich als verjongde knikgronden herkennen. De andere klei-op-veengronden zijn veelal ook knikkig van karakter, maar vormen anderszins een groep gronden, die dicht bij de rodoorns staan. In de praktijk staan ze ook als rodoornig bekend en zijn in overeenstemming met die van het Dollardrandgebied door de samenkomst van zuur veenwater en slib ontstaan. Deze gronden zijn zeer waarschijnlijk gevormd door uitwiggende van knik-, brakwater- en plaatselijk kwelderklei over veen.

De klei-op-veengronden in het Westerkwartier en ten zuidwesten van de stad Groningen bestaan in hoofdzaak uit verjongde knikgronden op veen en plaatselijk uit rodoorngronden. Vooral knik-, brakwater- en hier en daar kwelderklei wigden hier over veen uit.

Behalve de verjongde knik- en rodoorngronden worden in de verschillende overgangsgebieden ook nog *kattekleigronden* aangetroffen. Ze komen veel voor in de omgeving van oude stroompjes en zijn in de ondergrond meestal slap. Deze ondergrond bestaat dan in de regel uit kleiig rietveen en bevat eveneens veel kattekleivlekken. Ten noordwesten van het Dollardgebied komen de katteklei-op-veengronden meestal op die plaatsen voor, waar Eemsklei

over veen of in veengeulen uitwigt. In de andere overgangsgebieden gaat kateklei veelal samen met uitwiggig van oude kwelderklei over veen en in veengeulen.

De slibhoudende veengronden tot venige kleigronden vertonen in alle randgebieden weinig verschillen. De humeuze kleigronden zijn vaak rodoornig. Bij de uitwiggig van de klei over rietveen wordt ook hier de bovengrond dikwijls gekenmerkt door het voorkomen van katekleivlekken.

#### 10. HET KALKGEHALTE VAN DE VERSCHILLENDE KLEIAFZETTINGEN

In de provincie Groningen komen zowel kalkrijke als kalkarme kleigronden voor. De kalkrijke profielen bezitten tot in de bovengrond vrije koolzure kalk, de kalkarme daarentegen niet. Bij de laatste gronden kan echter de ondergrond nog wel koolzure kalk bevatten. Tot de kalkrijke gronden behoren de jongere kweldergronden en het grootste gedeelte van de zeeboezemgronden. Ze zijn onder zoute omstandigheden afgezet, d.w.z. het slib is uit zout water bezonken, waarbij tegelijkertijd ook de koolzure kalk neersloeg. De kalkarmoede van de andere kleigronden kan verschillende oorzaken hebben (Edelman, 1950; De Smet, 1954; Veenenbos, 1955). Deze zijn:

- a. ontkalking tengevolge van de uitlogende werking van het koolzuurhoudende regenwater (secundaire ontkalking)
- b. ontkalking van het sediment tijdens de afzetting en rijping (primaire ontkalking)
- c. afzetting van volkomen kalkarm slib.

Tot de secundaire ontkalkte gronden behoren de oude kweldergronden en de gronden van de Oer Hunze. Deze zijn in een zout milieu tot afzetting gekomen en waren zodoende oorspronkelijk kalkrijk; ze zijn in de loop van de tijd tot op een bepaalde diepte ontkalkt. De oude kweldergronden tot op een diepte van ca. 60 cm en de oude Hunze-gronden tot op ca. 40 cm.

Behalve de oude kwelder- en de oude zeeboezemgronden moeten ook de oudste gronden van de andere zeeboezems tot de secundaire ontkalkte gronden gerekend worden, al werden ze in vergelijking met de eerste meer landinwaarts in een minder zout milieu gevormd. Door vermenging van zeewater met water, afkomstig van de veen- en dekzandgebieden, werd het milieu enigszins brak, waardoor de omstandigheden voor het neerslaan van koolzure kalk minder gunstig werden. In de oudste delen van de jongere zeeboezems bevatten de gronden oorspronkelijk wel enige koolzure kalk in de bovengrond, maar dat is in een vrij korte tijd verloren gegaan.

De knikklei- en de brakwaterkleiafzettingen en het humeuze dek van de woudgronden zijn primair ontkalkt. Deze primaire ontkalking vond plaats in een brak milieu. De knikklei en het humeuze dek van de woudgronden kwamen in een rustige omgeving achter een beschermende hoge kwelderwal tot afzetting. Hierdoor was de directe invloed van de zee minder groot. Het achterland overstroemde alleen bij hoge vloed, waardoor het toegevoerde zeewater snel vermengd werd met bovenwater, afkomstig van de zuidelijker gelegen veen- en zandgebieden. Bovendien was de natuurlijke ontwatering van het gebied slecht, doordat het land naar zeezijde opliep. Het reeds verdunde zeewater werd zodoende ook nog sterk vermengd met neerslagwater. Door al deze omstandigheden kon zich vrij gemakkelijk een vegetatie ontwikkelen en handhaven. Dit heeft uiteindelijk tot gevolg gehad, dat de kool-

zure kalk, voor zover deze nog neersloeg, tijdens en kort na de sedimentatie van het slib, weer in oplossing werd gebracht. De brakwaterklei, die later in hoofdzaak de knikklei overslibde en in bepaalde gedeelten van de zeeboezems tot afzetting is gekomen, is in vergelijking met de knikklei in een iets minder rustig milieu gesedimenteerd. Toch waren ook hier de omstandigheden van dien aard, dat de koolzure kalk tijdens en kort na de afzetting van het slib uit het sediment verloren is gegaan.

Tot slot vormen de klei-op-veengronden een groep gronden, die op enkele uitzonderingen na, van oorsprong kalkarm genoemd kunnen worden. Bij deze gronden verloor het slib tijdens de aanvoer reeds zijn koolzure kalk. De overslibbing van veen vond in de regel onder zeer rustige omstandigheden plaats. Het water, waaruit het slib bezonk, was in vele gevallen zelfs al zuur.

## 11. KORTE BESCHRIJVING VAN DE VERSCHILLENDE KLEIGRONDEN

Uit het voorgaande blijkt, dat de verschillende kleigronden naar hun wijze van afzetting en ontstaan als volgt ingedeeld kunnen worden:

- A. Zoute getijde-afzettingen.
- B. Brakke getijde-afzettingen.

De zoute getijde-afzettingen kunnen we nog onderverdelen in:

- 1. Jonge kweldergronden
- 2. Jonge zeeboezemgronden
- 3. Oude kweldergronden
- 4. Oude (gedeeltelijk verjongde) zeeboezemgronden

De brakke getijde-afzettingen kunnen eveneens onderverdeeld worden:

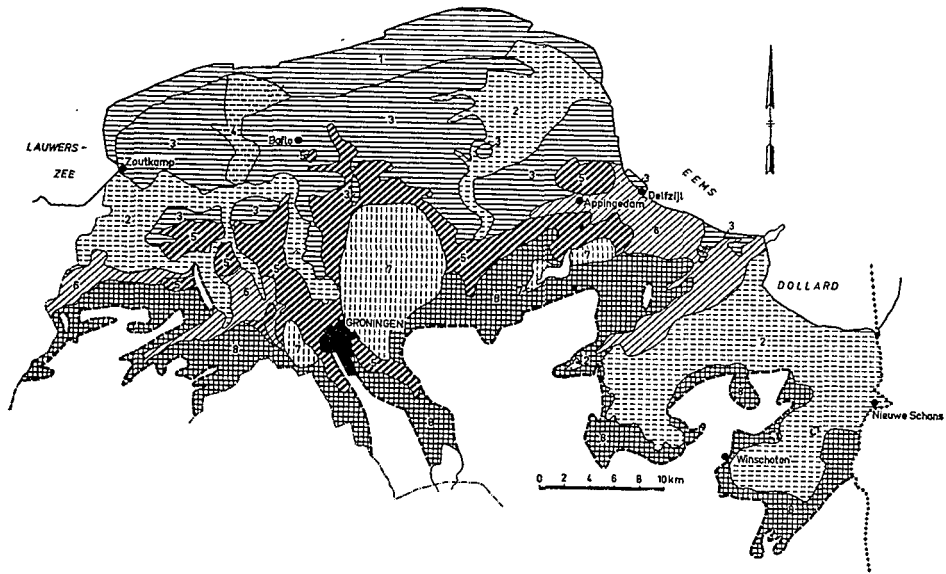
- 5. Knikkleigronden (in hoofdzaak verjongd)
- 6. Brakke zeeboezemgronden
- 7. Woudgronden (gedeeltelijk verjongd)
- 8. Klei-op-veengronden.

De bodemkundige indeling is op het bijgevoegde overzichtskaartje weer gegeven (fig. 3). Hieronder volgt een korte beschrijving van de gronden.

De *jonge kweldergronden* zijn tot in de bovengrond kalkrijk. Ze bestaan doorgaans uit een min of meer gelaagde ondergrond. De zwaarte van de bovengrond kan variëren van zware klei (ca. 60% < 16 mu) tot lichte zavel (ca. 15% < 16 mu). De ondergrond is gemiddeld iets lichter. Over het algemeen hebben de jonge kweldergronden een goede structuur, de lichtste zijn evenwel, vooral in het voorjaar iets slompig. Overigens behoren deze jonge gronden tot de beste van de provincie. Alle gewassen kunnen er zonder risico op verbouwd worden.

De *jonge zeeboezemgronden* kunnen nog onderverdeeld worden in kalkrijke en kalkarme.

De *kalkrijke jonge zeeboezemgronden* bevatten in de bovengrond vrije koolzure kalk. Hun structuur is gunstig en ze komen in landbouwwaarde overeen met de jonge kweldergronden. Ze worden ook uitsluitend gebruikt als bouwland. In de Lauwers- en Fivelboezem komen lichtzavelige tot zware profielen voor. De Dollardgronden zijn vrijwel alle zwaar te noemen. In de Dollard is dan ook de verbouw van hakvruchten bezwaarlijk, voornamelijk in verband met oogstmoeilijkheden.



- Legenda / Legend
- Zoute getijdeafzettingen / Salt tidal deposits
  - 1 jonge kweldergronden / young tidal flat soils
  - 2 jonge zeeboezemgronden / young bay soils
  - 3 oude kweldergronden / old tidal flat soils
  - 4 oude zeeboezemgronden (gedeeltelijk verjongd) / old bay soils (partly rejuvenated)
  - Brakke getijde-afzettingen / Brackish tidal deposits
  - 5 knikkleigronden (in hoofdzaak verjongd) / sticky („knik“) clay soils (mainly rejuvenated)
  - 6 brakke zeeboezemgronden / brackish bay soils
  - 7 woudgronden (gedeeltelijk verjongd) / forest soils (partly rejuvenated)
  - 8 klei-op-veengronden / clay-over-peat soils
  - 9 niet tot het kleigebied behorende grond / soils not belonging to the clay area
- 10 - - - - - uiterste kleigrens / extreme clay border
  - 11 - . - . - . provinciegrens / province frontier
  - 12 . . . . . rijksgrens / state frontier

Fig. 3. Bodemkundige overzichtskaart van het Groninger kleigebied.  
General soil map of the clay area of the province of Groningen.

De kalkarme jonge zeeboezemgronden krijgen pas op een diepte van 50 cm een aanzienlijk kalkgehalte. Hun structuur is minder gunstig dan die van de gronden van het vorige type. Ze bestaan in alle zeeboezems uit gronden met zware profielen. Door deze omstandigheid zijn ze dikwijls nog iets meer beperkt in hun vruchtwisseling, vooral t.a.v. peulvruchten en fijne handelsgewassen.

De oude kweldergronden zijn tot op een diepte van ca. 60 cm kalkarm. Beneden 60 cm wordt het profiel kalkrijk. In de buurt van de voormalige zeeboezems is de bovengrond plaatselijk kalkhoudend. De gronden van de kwelderruggen zijn meestal zavelig tot lichtzavelig en naar beneden iets aflopend. Die van de kwelderbekkens bestaan uit klei en zware klei en zijn in de regel niet aflopend. De ondergrond van de laatste gronden heeft dikwijls een storende gelaagdheid.

De lichtzavelige oude kweldergronden hebben een slempige structuur. De kwelderbekkengronden worden op de overgang naar de knikgronden min of meer knikkig. De oude kweldergronden zijn iets minder van kwaliteit dan de jonge, maar lenen zich bij goede verzorging nog uitstekend voor akkerbouw. De gronden, die de overgang vormen naar de knikklei, zijn beter geschikt voor grasland.

De *oude zeeboezemgronden* worden op een diepte van omstreeks 40 cm kalkrijk. De *verjongde oude zeeboezemgronden* zijn in de bovengrond enigszins kalkhoudend. Over het algemeen zijn zowel de jongde als de niet jongde gronden lichtzavelig en zavelig en komen in structuur (iets slempig) en in kwaliteit overeen met de zavelige oude kweldergronden. Ze zijn als bouwland zeer geschikt.

De *knikkleigronden* zijn in Groningen jongde met een brakwaterafzetting. De knikklei is kalkarm, zwaar en heeft een zeer slechte structuur. Het jongingsdek is eveneens kalkarm en bestaat uit klei tot zware klei. Hoewel de structuur van dit dek beter is dan die van de knikklei, kan zij toch niet gunstig genoemd worden. Voor zover de knikkleigronden weinig of niet jongde zijn, ligt het land in gras. Wordt het jongingsdek dikker dan ca. 40 cm, dan komt er ook bouwland op voor. Als bouwland zijn deze gronden van aanmerkelijk minder kwaliteit dan de hiervoor besproken gronden. Ze vragen een goede verzorging en bemesting en men is in zijn gewassenkeuze, vooral als het kwaliteitsprodukten betreft, beperkt.

Over het algemeen is men van mening, dat ten gevolge van de voorkeur van de Groningse boeren voor de akkerbouw op de knikgronden meer land in bouwland ligt dan in het Friese knipgebied. Die voorkeur zal zeker wel bestaan, maar naar onze mening zal de bodemgesteldheid hierbij toch wel de belangrijkste rol spelen. De Groningse knikgronden zijn immers, doordat ze jongde zijn, van betere kwaliteit dan de Friese knipgronden.

De *brakke zeeboezemgronden* zijn kalkarm en bestaan uit zavelige tot zware klei, waarvan de structuur overeenkomt met die van het jongingsdek van de knikklei. Op deze zeeboezemgronden wordt naast grasland ook vrij veel bouwland aangetroffen. Als bouwland zijn ze gemiddeld iets beter dan de sterk jongde knikgronden.

De *woudgronden* zijn hier ook onder de brakke getijdeafzettingen gerekend. Het humeuze dek, dat zich onder brakke omstandigheden gevormd heeft, bestaat uit zware klei en is kalkarm. Het gehalte aan organische stof heeft een gunstige invloed op de structuur van deze zware klei. De ondergrond van de woudgronden, die uit kalkrijke klei en zavel bestaat, heeft een zeer gunstige structuur. Een vrij groot percentage van de woudgronden is goed geschikt voor akkerbouw. Men treft er zelfs ook nog grove tuinbouw op aan. De woudgronden, die uit zeer zware klei bestaan, lenen zich echter niet meer voor bouwland; ze liggen, evenals de jongde woudgronden, in gras.

De *klei-op-veengronden* hebben een kalkarm kleidek, dat zwaar tot zeer zwaar is. De structuur van de klei komt overeen met die van de knikklei. Op deze gronden vindt men in hoofdzaak grasland.

De *rodoorns* en *rodoornige gronden* behoren eveneens tot de klei-op-veengronden. Deze gronden bestaan ook uit zware klei, maar hebben een aanmerkelijk betere structuur. Deze rodoornstructuur, die onder droge omstandigheden gekenmerkt wordt door stoffigheid, maakt het land geschikt voor bouwland. Zelfs hakvruchten kunnen er op verbouwd worden. Niettegenstaande dat zijn de rodoorngronden als cultuurland aanmerkelijk minder

dan de betere kleigronden. Voor de verbouw van kwaliteitsprodukten zijn ze niet geschikt. De rodoorngronden vragen een zorgvuldige behandeling en voor de meeste gewassen een evenwichtige bemesting. In vroegere jaren werden deze gronden regelmatig bekleid met kalkrijk kleimateriaal (Acker Stratingh en Venema, 1855).

De *katteklei-op-veengronden* en veel andere kleiige veengronden zijn over het algemeen sterk zuur en mede door hun lage ligging niet geschikt voor bouwland. Alleen de rodoornige onder de kleiige veengronden lenen zich nog wel voor bouwland.

De *gebroken gronden*, die eveneens in de overgangsgebieden voorkomen, liggen in bouwland. Hoewel ze in het voorjaar, vooral bij opdrogend weer, een onaangename structuur (betonstructuur) aannemen, zijn ze gemiddeld toch iets beter dan de rodoorns en rodoornige gronden.

### *Summary*

The deeper subsoil of the clay area in the Province of Groningen consists of pleistocene sediments composed of sand, boulderclay and „potclay”. At the end of the Boreal and in the Atlanticum these formations were covered with peat („Lower Peat”). As a consequence of a transgression of the sea at the end of the Atlanticum much of the peat disappeared by erosion. In the Atlanticum sea and more to the south, tidal flat sand, sandy clay and clay were deposited on the peat. This sedimentation went on, at least in the northern part of the clay area, down to the Subboreal and Subatlanticum. In the southern part formation of peat recovered again after the retreat of the sea in the Subboreal. At the end of this era and in the Subatlanticum this „Upper Peat” was affected or was covered with silt at several places.

The first clay landscape formed at the end of the Subboreal, is the old tidal marsh landscape composed of sandy ridges which are developed parallel to the shore line. Between the ridges and southwards of them the profiles are considerably more clayey and distinctly lower lying. Some centuries B.C. this landscape was dry and inhabited. Later on the country was inundated now and then but not abandoned. Man retreated himself on mounds.

About 300 A.D., as a consequence of the higher medium sealevel silt-containing seawater penetrated far landinward by means of the existing openings in the shore ridges formed by the Lauwers, the Hunze, the Fivel and the Eems. Annexed the sedimentation of „knik” clay (sticky clay) took place and was continued to about 800 A.D. This „knik” (sticky) clay overlies an old tidal marsh deposit and more to the south it lies on peat. After the sedimentation of the „knik” clay the influence of the sea increased resulting in a widening of the rivermouth areas especially of the Eems and Lauwers. At that time material of the tidal marshes was shifted and was deposited over the old tidal marsh landscape and the „knik” clay landscape as a brackish sediment. Some tributaries of the Lauwers and of the Eems became silted up with this material. In this period of brackish sediments the primeval Hunze most probably sanded up. This river, which originally flowed into the sea along the present village of Pieterburen, turned in those days to the West and reached the sea by way of the Lauwers.

During the sedimentation of the brackish clay and locally already during the sedimentation of the „knik” clay, old tidal marsh soils (so called forest soils), developed over a large area, as a consequence of slow accretion and a



tidal forest vegetation. The thus originating humous cover has a thickness of about 30 cm. These forest soils are partly considered as rejuvenated soils as they are covered by a grey clay layer.

In the period between the 12th and 16th century the Lauwers, Fivel and Eems formed large inland seas. The enlargements of the Lauwers and the Fivel occurred gradually. The Dollard (bay of the Eems) came into existence in a rather short period. These bays became silted up after their greatest extension. This silting-up-process is still going on in the Lauwerssea and the Dollard. The Dollard deposits are heavy in texture, those of the Lauwers and the Fivel only in the older parts, becoming lighter in texture in the younger polders. By the silting up of the Lauwerssystem the sanded up primeval Hunze was partly rejuvenated.

After embankment of the old tidal marsh landscape accretions occurred at the northside. These accretions, which were regularly ambanked, form the younger tidal marsh landscape. Here in every polder the heaviest soils are situated along the old and the lighter ones along the younger dike.

In transition areas of clay to peat, soils occur which can be recognized as rejuvenated „knik” soils or „rodoorn” soils. Locally pyrite containing soils on peat occur.

The young and old tidal marsh soils, as also young and old (primeval Hunze) bay soils, are to be distinguished as saltish tidal deposits. In consequence of the leaching by CO<sub>2</sub>-containing rainwater the old tidal marsh soils, the old bay soils and part of the young bay soils are decalcified to a certain depth.

The „knik” clay, the humous cover of the forest soils, the brackish sediments (rejuvenating cover of the „knik” clay) and the clay-over-peat soils belong to the brackish sediments. Most of these deposits were decalcified during their sedimentation and maturation (primary decalcification). Only the silt of the clay-over-peat soils has been deposited poor in lime.

The saltish tidal sediments belong to the best of the arable soils in the province and are as such in use. The „knik” clay soils and the grater percentage of the, with a thin cover, rejuvenated „knik” clay soils are for the greater part in use as pastures. Arable land is also found on the deeply rejuvenated „knik” clay soils and on the brackish bay soils. The forest soils are in use as pasture or arable land and even sometimes for horticulture. Only the „rodoorn” soils of the clay-over-peat group are used as arable land.

Afgesloten: augustus 1955.

#### LITERATUUR/LITERATURE

- Acker Stratingh, G. en R. Westerhoff*, 1839: Natuurlijke historie van de provincie Groningen.
- Acker Stratingh, G. en G. A. Venema*, 1855: De Dollard, of geschied-, aardrijks- en natuurkundige beschrijving van de boezem der Eems. Groningen.
- Andel, Tj. van*, 1949: Pollenanalytische datering van een holocene transgressie in Noordwest Friesland. Geol. en Mijnb. 11, 171-173.
- Bemmelen, J. M. van*, 1863: Bouwstoffen tot de kennis van de kleigronden der provincie Groningen. Scheik. Verhand. Onderz. G. J. Mulder, 3, 2.
- Edelman, C. H.*, 1950: Inleiding tot de bodemkunde van Nederland. Amsterdam.
- Edelman, C. H. en W. J. van Liere*, 1949: Over woudgronden op de zeeklei van westelijk en noordelijk Nederland. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 66, 257-263. Amsterdam.
- Giffen, A. E. van*, 1936: Die Siedlungen in den Warfen Hollands, besonders in dem Dorfwarf Ezinge. Forschungen und Fortschritte, 12. Jahrgang nr 15, 20. Mai 1936, 189-191, Abb. 1-3.

- Kooper, J.*, 1939: Het waterstaatsverleden van de provincie Groningen. Groningen.
- Rietema, S. P.*, 1914: Over wierden en dijken. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 31, 161-175 en 301-345.
- Roo, H. C. de*, 1953: De bodemgesteldheid van Noord-Kennemerland. Diss. Wageningen. Serie: De bodemkartering van Nederland, XIV. Versl. Landb.k. Onderz. 59,3. 's-Gravenhage.
- Smet, L. A. H. de*, 1951: Rodoorgronden in het Dollardgebied. Boor en Spade IV, 114-122, Utrecht.
- Smet, L. A. H. de*, 1954: Enkele opmerkingen over kalkarme zeeleiafzettingen. Boor en Spade VII, 169-173. Wageningen.
- Veenbos, J. S.*, 1949: De bodemkartering van de Friese knipgronden. Boor en Spade III, 76-86. Utrecht.
- Veenbos, J. S.*, 1952: De bodem van Friesland. In: Friesland toen, nu en straks, 7-12. Leeuwarden.
- Veenbos, J. S.*, 1955: Gedanken zum Knickproblem. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 68 (113). Band, Heft 2, 141-158.
- Veenbos, J. S.* en *J. van Schuylenborgh*, 1951: Het knip- of knikverschijnsel van kleigronden. Boor en Spade IV, 24-39. Utrecht.
- Vermeer-Louman, G. G.*, 1934: Pollenanalytisch onderzoek van den West-Nederlandschen bodem. Diss. Amsterdam.
- Wiggers, A. J.*, 1950: Enige opmerkingen over de holocene geschiedenis van Groningen en Friesland. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 67, 382-388. Amsterdam.
- Wildvang, Dodo*, 1938: Die Geologie Ostfrieslands Abhandlungen der Preuszischen Geologischen Landesanstalt. Heft 181. Berlin.