

Photograph No. 22. The old boundary shows up very well. Difference in colour indicates reminiscence of ancient gullies and creeks.

Photograph No. 23. In 1270 also a dam was constructed off stream near Maasdam. The seaward end of the Meuse remained. The landward end was subjected to long colmatation and disappeared. Slight discolouring here still indicates the course of the riverwalls.

#### LITERATUUR

1. Bongaerts, M. C. E., De scheiding van Maas en Waal, onder verlegging van de uitmonding der Maas naar den Amer. 's-Gravenhage, 1909.
2. Hardenberg, H., De Stichting van het slot Loevestein. (Gelre XXXVII, pag. 187 e.v.; Arnhem, 1934).
3. Hingman, J. H., De Maas en de dijken van den Zuid-Hollandschen Waard in 1421. 's-Gravenhage, 1885.
4. Ramaer, J. C., Geografische geschiedenis van Holland bezuiden de Lek en de Nieuwe Maas in de Middeleeuwen. 1899. (Verh. Kon. Ak. v. Wetensch., afd. Nat., N.R. II).
5. Rheineck Leyssius, Th. van, Holland ten Zuiden van het Y in 1300 en Holland omstreeks den St. Elizabethsvloed van 1421. (Gesch. Atlas. Tekst bij kaart 5 en 7), 's-Gravenhage, 1938.

#### 19. De invloed van het klimaat op het ontstaan van de bodem in het algemeen en de Nederlandse bodem in het bijzonder <sup>1)</sup>

*The Influence of Climate on Soil Formation, Especially on the Soils in the Netherlands*

door/by Prof. Dr C. H. Edelman

Overdruk uit: Tijdschrift v. h. Kon. Ned. Aandr. Genootschap  
64, (3), 1947

De betekenis van het klimaat voor het ontstaan en de indeling der gronden is thans algemeen bekend. Zowel de grondlegger van de moderne Russische bodemkunde, Dokuchajev, als de Amerikaanse pionier Hilgard hebben het klimaat als de voornaamste bodemvormende factor herkend. De grote uitgestrektheid van de continenten waarmede genoemde geleerden te maken hadden, gaf hun de gelegenheid gronden te vergelijken, die uit zeer verschillende de gelegenheid gronden te vergelijken, die uit zeer verschillende klimaatgebieden afkomstig waren. Sindsdien geldt het klimaat als de hoofdoorzaak van de grondverschillen, gerekend over de gehele aarde. In het thans in de meeste werelddelen geaccepteerde Ameri-

<sup>1)</sup> Voordracht gehouden op de Wetenschappelijke Bijeenkomst van de Sectie Nederland der Internationale Bodemkundige Vereniging, 22 November te Utrecht.

kaanse categorieënschema fungeert het klimaat dan ook als het criterium voor de vierde categorie: die van de great soil groups.

|                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| VI great soil groups: | klimaat                   |
| III soil provinces    | : natuurlijk landschap    |
| II soil series        | : bodemprofiel            |
| I soil type           | : aard van de bovengrond. |

Van de great soil groups, die thans in Amerika worden onderscheiden, noemen wij:

Tundra soils, Podsol soils, Prairie soils, Tsjernosem, Chestnut soils, Gray desert soils, Red desert soils, Laterite soils.

Deze great soil groups stemmen in hoofdzaak overeen met de onderscheidingen die de Russische bodemkundigen hebben getroffen, terwijl beide indelingen nauw aansluiten bij die van de vegetatie-typen van onze aarde.

Fraaie voorbeelden van het verband tussen klimaat en bodemvorming vindt men in de Russische vlakte: toendra gronden, podsol, tsjernosem, kastanjebruine gronden, gronden der zoutsteppen, terwijl dezelfde opeenvolging in omgekeerde volgorde terugkeert langs de hellingen van de Kaukasus. Ook het Noordamerikaanse continent vertoont het verband op overtuigende wijze. Uit de literatuur verkregen voorts de bodemverschillen op de hellingen van de Big Horn Mountains bekendheid, waar de gehele reeks van great soil groups van droog en warm tot vochtig en koud optreedt. Even mooie voorbeelden kent men sinds Mohr van de hellingen van de vulkanen van Java, waarbij het gaat om de overgang van laterietgronden naar de gebergtegronden, die tot de groep van de podzolen kunnen worden gerekend.

In een bepaald klimaatsgebied vertonen niet alle gronden eigenschappen, die voor de uitwerking van het klimaat karakteristiek zijn. Dit is begrijpelijk, wanneer men overweegt, dat het klimaat niet de enig bodemvormende factor is en in dit opzicht interfereert met een aantal andere, waarvan de voornaamste zijn: het moedergesteente, de topografie, de biosfeer en de tijd. Een van deze factoren kan op zijn beurt dusdanig overheersen, dat de invloed van het klimaat op de bodemvorming onbetekenend wordt. Wij willen dit met enkele voorbeelden toelichten.

Van de *moedergesteenten* zijn er twee, die door hun bijzondere samenstelling steeds aanleiding geven tot gronden die afwijken van het klimatische type. Het meest bekend zijn in dit opzicht de kwartzzanden. Deze zijn van nature zo arm aan basen en veelal zo doorlatend, dat er bijna steeds podsolprofielen op ontstaan, ook buiten het eigenlijke podsolgebied. Zo vindt men podzolen op kwartzzanden in het zwarte-aardegebied van Rusland, maar evengoed op de kwartzzanden in de tropen, waar o.a. Posthumus ze beschreef. Wil men dus klimatische bodemtypen leren kennen, dan moet men de kwartzsandgronden vermijden. Tevens geeft het te denken wanneer men profielen op kwartzsand in het podsol-

gebied als karakteristieke podzolen gaat beschouwen, zoals o.a. in Nederland het geval is.

Een tweede moedergesteente, dat als uitgangsmateriaal voor het ontstaan van klimatische bodemtypen ongeschikt is, is kalksteen. Dit gesteente is zo rijk aan basen, dat ook in vochtige klimaten deze overmaat aan basen niet wordt uitgespoeld. Zo liggen de rendzina's (humuscarbonaatgronden) als zwarte basenrijke eilanden te midden van bruine en grauwe gronden van de groep der podzolen. De beroemde terra rossa (kalkroodaarden) van het Middellandse-Zeegebied, een calciumrijke rode grond, die veelal op kalksteen ligt, heeft enkele van zijn bijzondere eigenschappen aan de kalkrijkdom te danken, hetgeen ook deze grond als klimatisch bodemtype uitsluit.

Basische eruptiefgesteenten zijn om dezelfde reden ook minder geschikt om de uitwerking van het klimaat op de bodemvorming na te gaan. Zo wijken in West-Europa de Erubas-gronden van de talloze vulkaantjes af van de klimatische gronden; ze zijn verwant aan de rendzina's.

Ook de *topografie* kan aanleiding geven tot het ontstaan van aklimatische gronden. Hellende terreinen kunnen sterke erosie vertonen, niet alleen wanneer ze door cultuurgronden worden ingenomen, maar ook in het natuurlijke landschap. De gronden, die men op dergelijke hellende terreinen aantreft, vormen dwergprofielen of zelfs skeletgronden, die niet als kenmerkend voor het klimaat mogen worden beschouwd.

Belangrijker nog is de invloed van het grondwater, dat in alle lage terreinen op de bodemprofielen een zeer grote invloed uitoefent. In onze klimaten spreekt men van gley-verschijnselen, in droge gebieden ontstaan in overeenkomstige situaties zoutgronden. Al deze gronden wijken zo zeer af van die, welke de invloed van het klimaat duidelijk demonstreren, dat zij mede tot de aklimatische gronden worden gerekend.

Zware, weinig doorlatende *kleigronden* vertonen de gley-verschijnselen steeds. Ook zij moeten dus voor ons betoog worden uitgeschakeld. De *veengronden* zijn ook steeds onder invloed van overmaat water ontstaan.

De biosfeer heeft ook invloed op de onderscheiding van klimatische bodemtypen. De invloed op de bodem van door de mens aangeplante of veroorzaakte bijzondere begroeiingen doorkruist die van het klimaat. In Nederland moeten de gevolgen van heidebegroeiing, van naaldhout en bosbessen, die abnormale gronden doen ontstaan, voor de herkenning van klimatische bodemtypen buiten beschouwing blijven. De kunstmatige gronden tellen uiteraard geheel niet mee.

De factor *tijd* is van belang omdat een rijp profiel, dat in evenwicht met het klimaat is, niet in korte tijd kan ontstaan. Jongvulkanische gronden, jonge rivier- en zeekleigronden enz. dienen alle te worden geëcarteerd. Bovendien zullen we straks nog zien, dat de tijd klimaatverschillen met zich mede kan brengen, die tal

van gronden eveneens minder geschikt maken om het verband tussen bodemvorming en tegenwoordig klimaat te bestuderen.

Klimatische bodemtypen vindt men dus op vlakke terreinen met een goede natuurlijke ontwatering, op een gemiddeld moedergesteente, onder een normale begroeiing, terwijl de bodemvormende factoren reeds tot een karakteristiek bodemprofiel moeten hebben geleid. In ieder gebied vallen dus grote terrein-gedeelten af, waar de bodemvormingen niet karakteristiek zijn voor het heersende klimaat.

Hoe opvallend het verband tussen bodem en klimaat ook is, zodra men gaat proberen om dit verband quantitatief te beproeven stuit men op moeilijkheden. De regenfactor van Lang was de eerste benadering van het vraagstuk. Hij berekende het quotiënt  $\frac{R}{T}$ , waar bij R de jaarlijkse regenval en T de gemiddelde temperatuur voorstelt. Een tekortkoming van dit quotiënt is dat de verdamping niet in rekening is gebracht. Het  $\frac{N}{S}$  quotiënt van Meyer is dan ook bedoeld als een verbetering van de regenfactor. N is de regenval, S het verzadigings-deficiet van de lucht. Vergelijkt men bodemkaarten met kaarten van de regenfactor en het  $\frac{N}{S}$  quotiënt, dan ziet men wel enige overeenkomst, maar men krijgt toch niet het gevoel, dat deze quotiënten een veilige grondslag voor de betrekking bodem—klimaat vormen. Jenny heeft onlangs geprobeerd om allerlei bodemvormende factoren exact weer te geven. Zijn pogingen kunnen evenmin geslaagd heten. De grondslagen zijn te zwak. Een nieuw systeem van de Franse bodemkundigen Aubert en Hénin schijnt beter te voldoen.

Wij willen thans nagaan, wat bovenstaande beschouwingen te betekenen hebben voor Nederland. Van de Nederlandse moedergesteenten moeten voor ons doel de kwartszand-, de klei- en veengronden om verscheidene redenen worden uitgeschakeld. De zandgronden zijn te arm en vaak te nat, de zware kleigronden eveneens te nat. Wat er overblijft zijn de loessgronden van Zuid-Limburg en op de Veluwe, enkele hooggelegen leemhoudende zandgronden en enkele hoge zavelige rivier- en zeekleigronden. Bestudeert men deze gronden, dan vindt men daarop geen karakteristieke podsolprofielen. De loess levert ontkalkte geelbruine, tamelijk egale profielen, die typisch zijn voor de groep van de bruine bosgronden (Braunerde). De hoge leemhoudende zandgronden van Noordbrabant hebben eveneens diepe egale profielen van geelbruine kleur. Zij behoren ook eerder tot de bruine bosgronden dan tot de podzolen. De bedoelde hoge rivierkleigronden zonder gleyverschijnselen zijn eveneens bruin en herinneren, evenals de overige besproken gronden aan de bruine bosgronden. De lichte roestarme zeekleigronden zijn iets grijsbruin van kleur, maar danken hun grauwe tint aan de bijzondere vorm van de humus, die karakteristiek is voor onze zeekleigronden. Ook zij vertonen geen duidelijke

lijke podzolering en zijn ondanks hun vaak betrekkelijk hoge ouderdom op geringe diepte nog kalkrijk.

De Nederlandse gronden, die aan de criteria voor een klimatisch bodemtype voldoen, kunnen dus hoogstens worden beschouwd als zeer zwakke podzolen en gelijken in vele opzichten op de bruine bosgronden. Het is dus onjuist om ons klimaat als sterk podzolerend te beschouwen.

Men behoeft in het geheel niet te twijfelen aan het podsolkarakter van onze heideprofielen. Het zijn echter geen podsolprofielen in de zin van de klimatische bodemgroepen van de vierde categorie (dus van de great soil groups), maar zijn podzolen der tweede categorie op extreem basenarme moedergesteenten gelegen in een hoogstens zwak podzolerend klimaat.

Het is misschien nog van belang een vergelijking te treffen tussen ons klimaat en dat van het typische Russische podsolklimaat. Uit de onderzoeken van Zuur over de ontzilting van de Wieringermeergronden, alsmede uit algemene ervaringen over afwatering, blijkt, dat in ons klimaat gedurende de zomer weinig of geen uitspoeling plaats vindt. Gedurende het groeiseizoen bestaat er bij ons gemiddeld geen uitspoeling. Wanneer de activiteit van de levende wereld rust, vindt bij ons uitspoeling plaats. In Rusland is dat anders. Daar is de grond 's winters veelal stijf bevroren en vindt de uitspoeling speciaal tijdens het groeiseizoen plaats. Er bestaat dus een aanmerkelijk verschil in de uitwerking van beide klimaten. Het behoeft nauwelijks te worden betoogd, dat in het Russische podsolgebied ook de leemgronden typische podsolprofielen vertonen. Zelfs is dat het geval met de podsolgronden uit het gebergte van Nieuw-Guinea.

Wanneer wij thans terugkeren tot de algemene lijn van ons betoog, dan zien we dat ernstige moeilijkheden ontstaan wanneer we bedenken dat het klimaat in de loop der tijden zeer veranderlijk is. Vele gronden hebben tijdens hun geschiedenis verschillende klimaten doorgemaakt. Vooral is dat het geval op de oude continenten, die een langdurige verweringsgeschiedenis hebben doorgemaakt. Zo lagen grote delen van het Afrikaanse continent reeds in het Mesozoïcum boven water en zijn het tot heden gebleven. De verweringskorsten van tientallen meters dikte, die in dergelijke gebieden worden aangetroffen, kunnen moeilijk op rekening van het tegenwoordige klimaat worden gesteld. Slechts treft het goed, dat er geen aanwijzingen bestaan dat de tropen na het Perm een ander dan een tropisch klimaat hebben bezeten, hoewel dit kan hebben gewisseld van droog tot vochtig tropisch, dus van het Savannenklimaat naar dat van de tropische bossen.

Geheel anders is de situatie in de gebieden met gematigde klimaten. De diverse ijsbedekkingen hebben radicale veranderingen in de oppervlakkige gesteldheid van deze gebieden veroorzaakt, terwijl de klimaten in betrekkelijk snelle opeenvolging hebben gewisseld van arctisch en subarctisch tot warmer dan het tegenwoor-

dige klimaat. Ook sinds de laatste ijstijd is het klimaat geenszins constant geweest. Zo heeft ons land een lange periode van een continentaal klimaat doorgemaakt. Hoe kunnen we onder deze omstandigheden een duidelijk analyseerbaar verband tussen grond en tegenwoordig klimaat verwachten? Zeker is, dat we geen terreinen die de laatste ijstijd hebben overleefd, op één lijn mogen stellen met jonge terreinen. Een mooi voorbeeld van deze tegenstelling vinden we in Zuid-Limburg tussen de gronden van de diverse loess-bedekkingen. Nadat gedurende tientallen jaren de oude mening van Van Baren, dat er in Zuid-Limburg meer dan één loess-bedekking bestaat, verworpen is geweest, heeft onlangs Van Doormaal de juistheid van de theorie van Van Baren buiten twijfel gesteld. In het gebied van de jongste loess, de loess récent van de zuidelijke onderzoekers, die Laat-Würm moet zijn, vindt men de zachte geelbruine loessgronden, terwijl men in het Zuiden van het gebied een oudere loess aan de oppervlakte treft. Nog dit jaar zagen wij in dit gebied enkele prachtige profielen, waaraan duidelijk zichtbaar was dat deze loess diep verweerd is. Ze is roodbruin van kleur en vertoont tal van grauwe aderen, oude wortelsporen van een vochtig bos. Thans ligt dit oude grondwaterprofiel op 180 m hoogte op het plateau van Margraten. Deze verweerde loess, een oude loessleem dus, heeft haar hoofdkenmerken verkregen in een interglaciale of interstadiale periode onder geheel andere omstandigheden dan de tegenwoordige: natte ligging en een betrekkelijk hoge temperatuur. Het voorbeeld moge voldoende zijn om de studie van het verband tussen het tegenwoordige klimaat en de bodem te richten op afzettingen, die niet ouder zijn dan het jongste Würmglaciaal.

Na zoveel moeilijkheden zou men kunnen denken, dat het verband tussen grond en klimaat misschien minder duidelijk is dan wel beweerd wordt. Een blik op de verscheidenheid van de gronden van onze aarde toont ons echter, dat deze twijfel ongegrond is. Wat moeilijk is, is de exacte behandeling van het onderwerp. De gronden danken hun ontstaan aan een samenstel van factoren, dat moeilijk ontrafeld kan worden, zodat het gemakkelijker is de gronden naar hun eigenschappen dan naar hun genetische factoren in te delen. De verschijnselen zijn blijvend, de theorieën komen en gaan. De invloed van iedere factor afzonderlijk kan moeilijk worden gemeten, hoe evident ook die invloed is.

Ten slotte moet worden bedacht, dat de vierde categorie van de bodemclassificatie slechts een overkoepeling van de zoveel belangrijker tweede en derde categoriën betekent. De verscheidenheid van de gronden komt vooral tot uitdrukking in de lage categoriën. Door een uiterste beperking van deze verscheidenheid, dus door een verregaande abstraheering, komt men in de vierde categorie tot de hoofddeling van de gronden, de klimatische hoofdbodemgroepen. Deze zijn meer van belang voor een wereldclassificatie en de lagere treden van de trap voor een overzicht van kleinere gebieden en voor praktische vraagstukken.

## Summary.

Only in very few parts of the Netherlands the influence of the climate on the genesis of the soil can be studied, because in the greater part of the country either the ground-water level is abnormally high or we find very poor, sandy soil that is strongly podsolised.

However, when we study the South Limburg loess and the loamy sands of Brabant, the influence of the climate is apparent and turns out to be hardly podsolising. The result is rather a brown forest soil than a podsol. Comparing our climate with the Russian podsol climate we notice that whereas in Russia leaching takes place during the growing season, with us most of the leaching occurs during autumn and winter. Furthermore the climate is not a constant factor. The ice-age and the climatic changes since, all had their influence on the genesis of the soil.

## LITERATUUR

- Aubert, G. et S. Hénin. — Relations entre le drainage, la température et l'évolution des sols. (C. R. Acad. Scs 220, 330-332), 1945.
- Bryan, K. and C. C. Albritton. — Soil Phenomena as Evidence of Climatic Changes, (Amer. Journ. Sc. 241, 469-490), 1943.
- Doormaal, J. C. van, — Onderzoekingen betreffende de loessgronden van Zuid-Limburg, Diss. Wageningen, 1945.
- Jenny, H., — Factors of Soil Formation, New York, 1941.
- Joffe, J. S., — Pedology, New Brunswick, New Jersey, 1936.
- Postumus, O., —, Some remarks on the vegetation on the sandy soil of the Padang Loewai (E. Koeti, E. Borneo), (Proc. Kon. Acad. Wet. Amsterdam 40, 505—512), 1937.
- Vries, O. de, — Beschouwingen en gegevens over het heidepodsolprofiel, Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 59, (3), 1943.
- Besprekingen over het Heidepodsolprofiel, gehouden op de bijeenkomst der Sectie Nederland van de Internationale Bodemkundige Vereeniging, 18 en 19 April 1941. Uitgave Ned. Heide Maatschappij, Arnhem.

## 20. De betekenis van researchwerk in de landbouw

### *Research in Agriculture*

door/by Prof. Dr C. H. Edelman

Voordracht op het Research-Congres, georganiseerd door de Hoofdgroep Industrie en de Stichting voor de Landbouw. 16 en 17 Oct. 1947 te Utrecht. Uitgegeven door het Congres, blz. 14—19

Het woord research wordt in landbouwkringen weinig gebruikt. Dit betekent echter niet, dat research in de landbouw geen belangrijke plaats inneemt. Integendeel, de research in de landbouw is veel ouder dan die in de industrie. Reeds in de tweede helft van