

Adres van de auteur:
Rijks Geologische Dienst
District Midden-Oost
Ampseneweg 17
7240 AB Lochem

Literatuur

Haans, J.C.F.M. en Maarleveld, G.C., 1957. Grindrijke strandwallen langs de ooststrand van de voormalige Zuiderzee. T.A.G. (2) 74: 270-299.

Maarleveld, G.C., 1981. The sequence of ice-pushing in the Central Netherlands. Meded. Rijks Geologische Dienst Vol. 34: 2-6.

Meene, E.A. van de, 1977. Toelichtingen bij de Geologische kaart 1:50.000. Blad Arnhem Oost (40 O). Rijks Geologische Dienst, Haarlem: 147 p.

Meene, E.A. van de, 1979. Het ontstaan van de Gelderse IJssel. Geogr. Tijdschrift Vol. XIII, no. 3: 202-210.

Zandstra, J.G., 1986. Tellingen van noordelijke kristallijne gidsgesteenten in de Achterhoek en zuidelijk Overijssel en opmerkingen over de depositiegebieden van het landijs tijdens het Saalien in Nederland. Grondboor en Hamer jrg. 40, no. 3/4: 76-96.

Afzettingen in Gelderland van een verwilderd, Laat-Weichselien Rijnsysteem: bodemvorming, eigenschappen en landgebruiksmogelijkheden.

Dr.ir. R. Miedema

Beschreven worden het voorkomen, de bodemvorming, eigenschappen en landgebruiksmogelijkheden van in Gelderland voorkomende afzettingen van een verwilderd, Laat-Weichselien Rijnsysteem. De voor de akkerbouw problematische eigenschappen van met name de imperfect gedraineerde rivierleem zijn het gevolg van processen van bodemvorming tijdens het Laat-Weichselien.

1. Inleiding

In Gelderland komen in twee gebieden afzettingen van een verwilderd Laat-Weichselien Rijnsysteem aan de oppervlakte voor (Jongmans en Miedema, 1986; Miedema, 1987; Pons, 1957). Deze twee gebieden zijn: 1. het oostelijk deel van het Land van Maas en Waal (omgeving van Heumen) in de toenmalige zuidelijke tak van het Rijnsysteem; 2. het gebied noordoostelijk van het Montferland (omgeving Gendringen) in de toenmalige noordelijke tak van het Rijnsysteem (fig. 1). In het huidige Rijnval (Gelderse Poort) zijn de afzettingen van het systeem uit het Laat-Weichselien deels geërodeerd en deels bedekt door een laag Holocene afzettingen (Van de Meene en Zagwijn, 1978; Verbraeck, 1985). In het aangrenzende Duitse stroomgebied zijn de afzettingen uitgebreid bestudeerd door Schröder, 1979. Het recente kaartblad 41 West-Aalten brengt de verbreiding van deze gronden in het Nederlandse en aangrenzende Duitse deel in beeld (Paas, Rosing en Harbers, 1984; Stibqka, 1983). Ook langs de Maas komen afzettingen uit deze periode aan het oppervlak voor (Pons en Schelling, 1951; fig. 1). Naar het westen toe komen de Rijnafzettingen uit het Laat-Weichselien steeds dieper in de ondergrond voor. De hoogteligging van de bovenkant van de afzettingen uit het Laat-Weichselien is gere-

lateerd aan de toenmalige zeespiegelstand, die ongeveer 100 meter lager was dan de huidige. Het verhang van de afzettingen is ongeveer 30 cm/km. De hoogteligging van de bovenkant van de Holocene afzettingen van de meanderende Rijn (oeverwallen en kommen) is gerelateerd aan de huidige zeespiegelstand. Die afzettingen hebben een verhang van ongeveer 10 cm/km (Pons, 1957). De afzettingen uit het Laat-Weichselien verschillen sterk van de afzettingen van het Holocene, meanderende Rijnsysteem met oeverwallen en kommen.

Dwarsdoorsneden van de verwilderde Rijnafzettingen demonstreren drie verschillende afzettingen (fig. 2): - onderin gelaagde, grindige grove zanden en grofzandig grind van een grindbankensysteem; deze zijn overdekt door gelaagde grove tot fijne zanden zonder grind, soms met dunne kleilagen daarin; -daarboven grofzandige kleiige afzettingen (rivierleem) uit het Laat Weichselien (ongeveer 10.000 jaar geleden). De laterale (fig. 3B) en verticale variaties (fig. 3A) van deze drie afzettingen duiden op een verwilderd riviersysteem, waarvan de ouderdom via pollenanalyse is vastgesteld (Koenigs, 1949; Miedema, 1987; Pons, 1957; Teunissen en Van Oorschot, 1967). Het in kaart brengen van deze afzettingen is erg moeilijk vanwege de sterke variaties op korte af-

stand. Detailbodemkaarten (fig. 4A) met een legenda gebaseerd op drainage-toestand blijken de beste correlatie te vertonen met het duidelijk waarneembare microrelief (fig. 4B). Zo kan men goed gedraineerde hoge bruine (HB), imperfect gedraineerde middelhoge bonte (MB) en slecht gedraineerde lage grijze (LG) gronden van verschillende zwaartes onderscheiden.

In deze bijdrage zal worden ingegaan op sedimentkarakteristieken en de processen van bodemvorming die in de rivierleem hebben plaatsgevonden en die verantwoordelijk zijn voor de eigenschappen en het gedrag van deze gronden nu. De consequenties voor de landgebruiksmogelijkheden van deze gronden komen ook aan de orde.

2. Karakteristieken van het sediment uit het Laat-Weichselien

Een verwilderde of vlechtende rivier heeft een sedimentaanvoer die schoksgewijs verloopt. In periodes wanneer de brede riviervlakte bijna geheel drooggevallen is, kan winderosie vat krijgen op de zandige sedimenten en deze naast de stroomvlakte neerleggen als rivierduinen. Zulke rivierduinen zijn bv. de Wijchense, Hernense en Bergharensse zandheuvels en de zandheuvels noordelijk van de Oude IJssel.

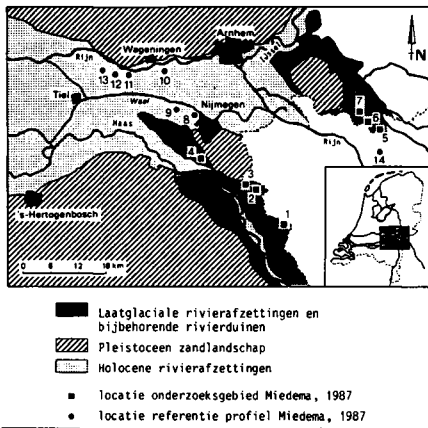


fig. 1. Het voorkomen van Laat-Weichselien Rijnafzettingen in Nederland.

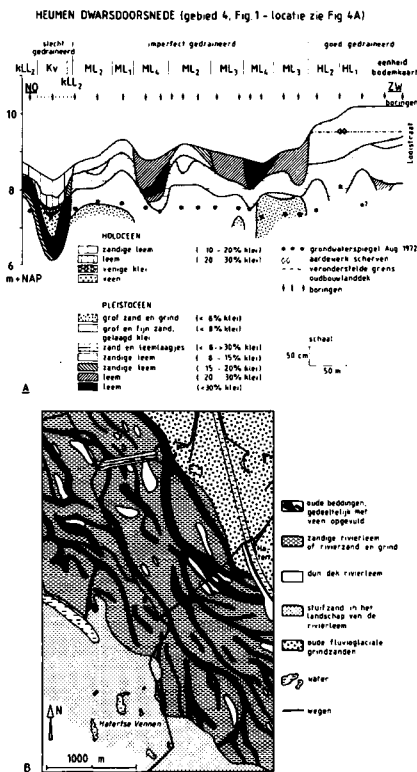


Fig. 3. A: verticale variatie op korte afstand in de omgeving van Heumen. Let op de vele geulen. De belangrijkste geul is gevuld met Holocene veen en daarop een laagje Holocene klei. B: laterale variatie: het geulenpatroon van de belangrijkste geulen (Pons, 1957).

Ook de in het land van Maas en Waal veel voorkomende opduikingen (rivierdonken) zijn voormalige rivierduinen die door de omringende Holocene afzettingen steken (b.v. Puiflijk, Druten). Deze rivierdonken zijn naar het westen toe te vervolgen in de Alblasserwaard (Verbraeck, 1974) en in Hillegersberg bij Rotterdam. Gedurende de perioden dat de rivier grote hoeveelheden water met veel (grof) sediment moet verwerken, staat de gehele stroomvlakte onder water en wordt er (grof) sediment afgezet, maar ook weer opgenomen en verder stroomafwaarts weer neergelegd. Daarbij verleggen geulen zich zeer frequent. Dit veroorzaakt de grote variatie, zowel lateraal als vertikaal, in de

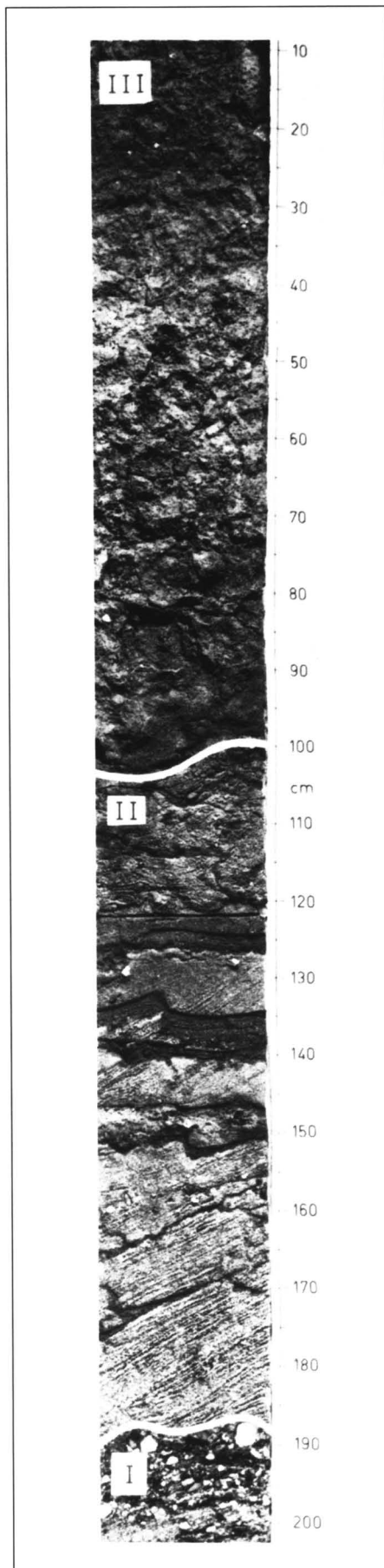


Fig. 2. Het sedimentatieprofiel van Rijnafzettingen uit het Laat-Weichselien.

afzettingen van een verwilderde rivier. Het laatglaciaal was een periode waarin

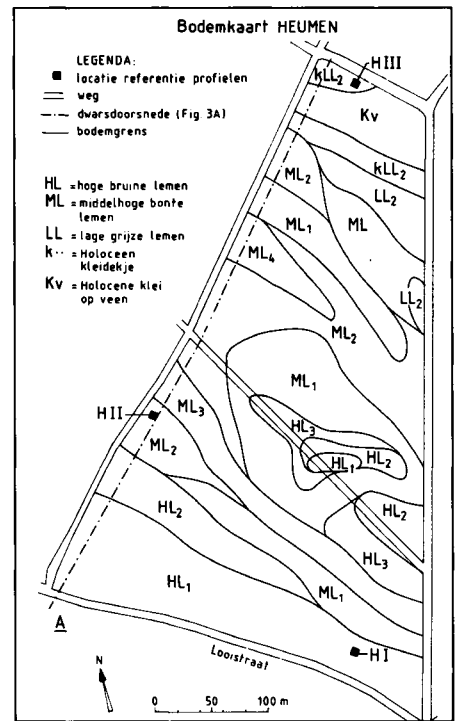


Fig. 4. A: Bodemkaart 1: 10 000 van een gebiedje bij Heumen. B: landschap met duidelijk waarneembaar microreliëf van imperfect gedraineerde (MB) rivierleem (vgl. fig. 3).



Fig. 5. Schollen kalkrijk materiaal in en langs voormalige geulen (Ven-Zelderheide - Noord-Limburg; plamuurmes is 20 cm).

gedurende lange tijd van het jaar de grond bevroren was en er dus geen wateraanvoer was. Alleen in de korte zomerperiode ontdooidde de (boven) grond en werd via oppervlakkige afstroming, ook bij zeer geringe helling van het oppervlak, zeer veel materiaal naar de stroomvlakte van de rivier getransporteerd. Door de grote wateraanvoer en het verhang werd grof materiaal gesedimenteerd. De rivierleem bevatten nauwelijks organische stof omdat de vegetatie zich toen nog niet voldoende had kunnen herstellen. De rivierleem vertonen in hun korrelgrootte ver-

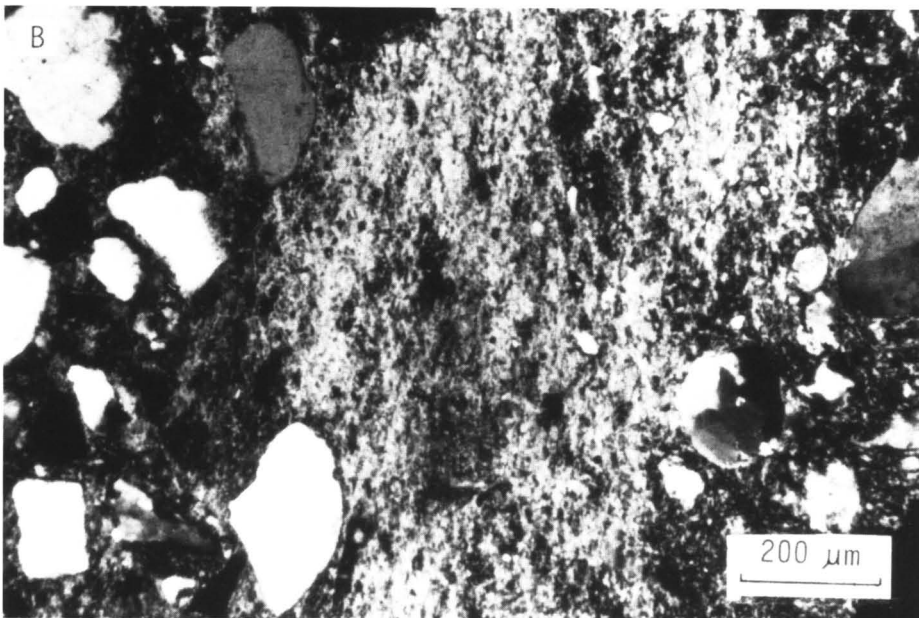
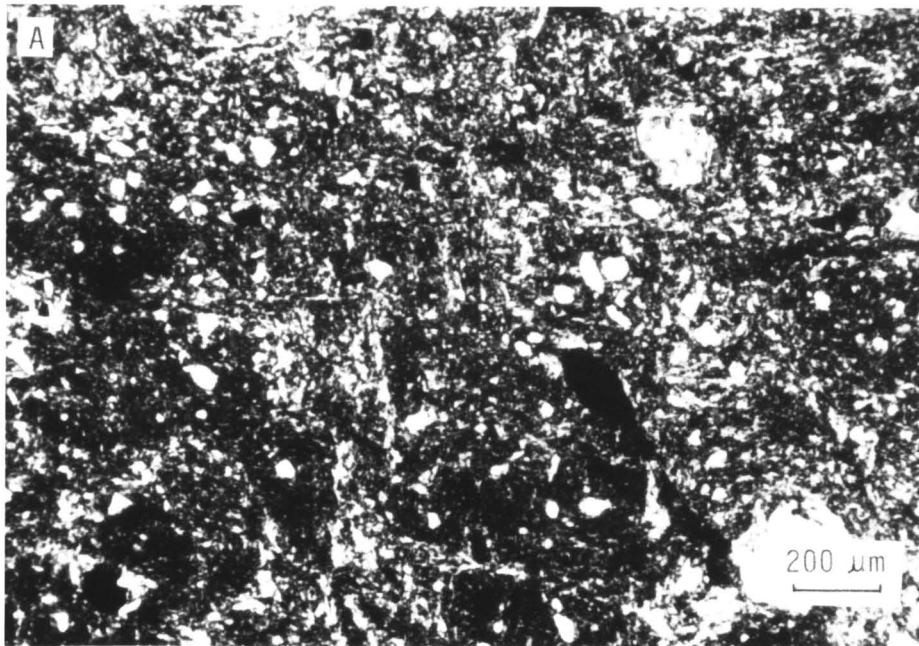


Fig. 6. A: compacte grondmassa praktisch zonder holtes (zwart) van rivierleem uit het Laat-Weichselien. B: ontmenging (links en rechtsonder) en oriëntatie van kleideeltjes (midden-rechts op de foto) in de grondmassa.

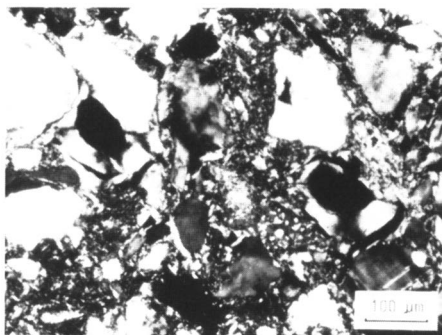


Fig. 7. Klei-inspoelingshuidjes in rivierleem uit het Laat-Weichselien. Let ook op het ongesorteerde karakter van de grondmassa.

deling minder silt, grover zand en een slechtere sortering (fig. 6) dan de Holocene afzettingen van de Rijn.

3. Bodemvorming

Uit mijn onderzoek (Miedema, 1987) is gebleken dat gedurende het Laat-Weichselien zich in rivierleem de volgende processen hebben afgespeeld:

- Snelle, volledige ontkalking. De plaatsen waarin in de afzettingen nog wel kalk wordt aangetroffen zijn gelegen in of bij geulen tengevolge van Laat-Weichselien transport van schollen bevroren kalkrijke grond ergens anders vandaan (Jongmans en Miedema, 1986; fig. 5).

- Compactie van de grondmassa met verschijnselen van ontmenging van de gronddeeltjes en orientatie van de kleideeltjes tengevolge van afwisselend bevroren en ontdooien van de grondmassa (fig. 6A/B). Deze compactie is de

oorzaak van de 'stugheid' (Koenigs, 1949; Pons, 1957; Schelling, 1951) van deze gronden. - Klei-inspoeling (fig.7) in de goed gedraineerde en imperfect gedraineerde gronden, maar niet in de slecht gedraineerde gronden.

- Door de verdichte grondmassa en de verdichting als gevolg van klei-inspoeling en bevroren diepere lagen wordt de infiltratie van regenwater of smeltwater door het bodemprofiel bemoeilijkt. Dit leidt vooral in de bovengrond van de imperfect gedraineerde profielen tot waterstagnatie en periodieke oxydatie/reductieprocessen. Dit is zichtbaar in de vorm van grijze matrixkleuren en roest- en mangaanvlekken (fig. 8A) boven in het profiel. Door deze processen worden de kleideeltjes veranderd (aluminiumtussenlagen) waardoor het zwellend vermogen en het vermogen om voedingsstoffen vast te houden minder wordt.

- In de slecht gedraineerde gronden komen ook verschijnselen voor van oxydatie/reductie maar hier als gevolg van grondwaterstandsfluctuaties (grijze matrixkleuren en roestvlekken).

Gedurende het Holoceen zijn bovengenoemde gronden onderhevig geweest aan de volgende processen:

- Verandering van de eigenschappen van de kleifraction, die reeds in het Laat-Weichselien was begonnen, gaat door. De grond verzuurt.

- Door vernatting van het landschap ten gevolge van de Holocene zeespiegelstijging en Holocene fluviaale sedimentatie komt de ondiepe ondergrond (ca 1 meter) van de imperfect gedraineerde profielen binnen het bereik van de fluctuaties van het grondwater (fig. 8B). Daardoor ontstaan op die dieptes oxydatie/reductie verschijnselen, die de daar aanwezige klei-inspoelingsverschijnselen overdekken. Ook de diepere ondergrond (ca 1.5-2 meter) van de goed gedraineerde profielen komt binnen het bereik van het fluctuerend grondwater. - In de bovenste 1.5 -2 meter van de goed gedraineerde gronden vindt een intensieve biologische activiteit plaats die de periglaciaal verdichte grondmassa weer veel poreuzer maakt.

4. Eigenschappen en gedrag

In de praktijk van het landgebruik bleken deze gronden uit het Laat-Weichselien, met name bij de akkerbouw, een aantal problemen op te leveren. Deze zijn door diverse auteurs reeds genoemd (Koenigs, 1949; Pons, 1957; Schelling, 1951). Ze betreffen stugheid, bewerkbaarheid, ontwateringstoestand en verslempingsgevoeligheid. Gebrui-

kelijke methoden om deze structuurproblemen te verbeteren zoals het toevoegen van organische mest blijken niet afdoende te helpen. Het bleven zg. 'Minutenböden' die zich slechts binnen een nauw traject van vochtgehalten goed laten bewerken. De oorzaken van dit bodemgedrag waren niet bekend. Ik kom op basis van zeer uitgebreid veldonderzoek en fysisch, chemisch, micro-morfologisch en kleimineralogisch onderzoek tot de volgende conclusies:

- De stugheid, die vooral optreedt in de imperfect gedraineerde gronden die nog voor akkerbouw kunnen worden gebruikt, is het gevolg van de zeer dichte pakking als erfenis van de processen tijdens het Laat-Weichselien. Met name in deze gronden ontbreekt de biologische activiteit volledig ten gevolge van de combinatie van slechte infiltratie van regenwater en de op betrekkelijk geringe diepte fluctuerende grondwaterstand. In combinatie hiermee is de verandering in de kleimineralogie er de oorzaak van dat ook regeneratie van de structuur door processen van zwel en krimp niet meer optreedt. Daardoor zijn het zeer compacte gronden, die bij grondbewerking zeer grove kluiten

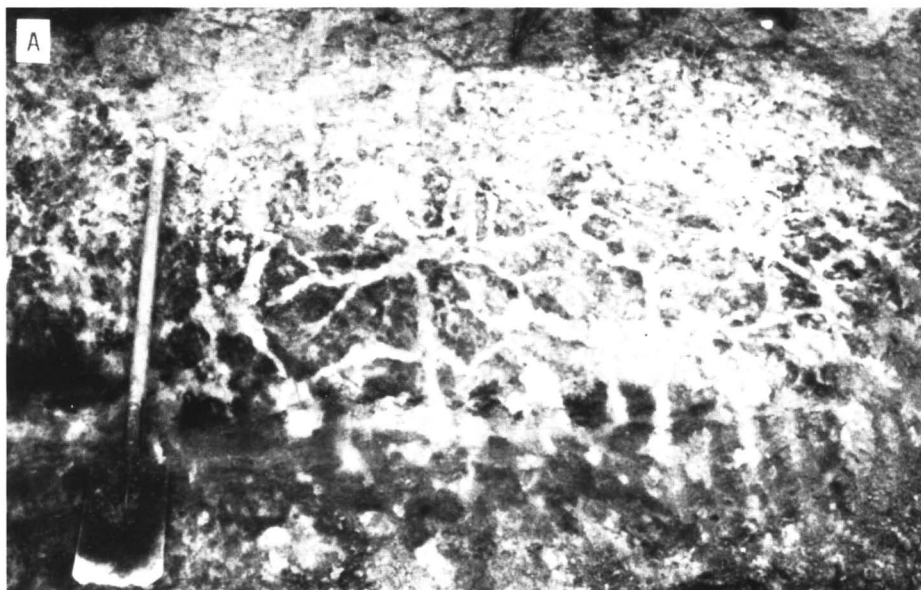


Fig. 8. A: Stagnerende infiltratie van regenwater veroorzaakt grijze grondmassa-kleuren met roest en mangaanvlekken boven in het profiel. B: In de ondergrond door grondwaterfluctuaties ook grijze grondmassa-kleuren door Holocene vernatting. Tot ongeveer 180 cm diepte worden nog kleinspoelingsverschijnselen gevonden als bewijs voor de betere, drainagetoestand tijdens het Laat-Weichselien (schop is 120 cm)



Fig. 9. Grof kluitige bouwvoor na grondbewerking van imperfect gedraineerde rivierleem uit het Laat-Weichselien (bij Aaldonk - Noord-Limburg).

opleveren (fig. 9) en waarvan slechts moeizaam een goed zaaibed te maken is. Het materiaal kleeft sterk aan werktuigen en is slechts binnen een zeer kort traject van vochtgehalten plastisch vormbaar.

- De zeer geringe hoeveelheid organische stof en de slechte kwaliteit ervan betekent dat de natuurlijke aggregaatjes van elementaire gronddeeltjes nagenoeg puur uit vrij grofzandig mineraal materiaal bestaan. Toegevoegde

organische stof gaat als een envelop rond de aggregaatjes zitten. Dit draagt niet wezenlijk bij tot een verhoogde structuurstabiliteit. Daarvoor moet de organische stof gemengd raken met de elementaire gronddeeltjes die dan weer aggregaatjes kunnen vormen. Deze aggregaatjes bevatten dan echter organische stof en verhogen daardoor de structuurstabiliteit.

- De chemische eigenschappen zijn te corrigeren met een goede bemesting

en bekalking. Het zijn de fysische eigenschappen die blijvend problematisch zijn voor akkerbouw.

- De goed gedraineerde gronden zijn gedurende het Holoceen door intense biologische activiteit veel poreuzer geworden en hebben de geschetste fysische problemen nauwelijks.

- De slecht gedraineerde gronden waren en zijn ongeschikt voor akkerbouw en zijn alleen te gebruiken als grasland. Dan zijn de ongunstige fysische eigenschappen minder bezwaarlijk, mits voor goede bemesting en verbeterde ontwatering wordt gezorgd.

- De zeer grote variatie in bodemgesteldheid op korte afstand en in de diepte is er de oorzaak van dat het gewas groeiverschillen op korte afstand vertoont. De goed gedraineerde gronden die door eeuwenlang gebruik als bouwland en gebruik van potstalbemesting een dikke, homogene bovengrond hebben gekregen hebben dit

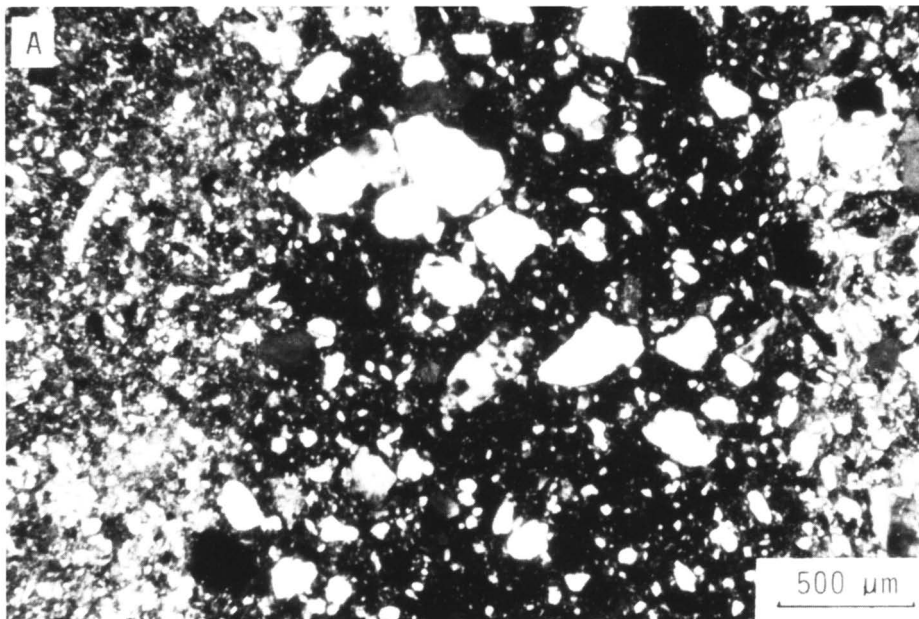


Fig. 10. A: menging van mineraal en organisch materiaal door regenwormen (donkere baan op de foto). B: door verbeterde ontwatering bij ruilverkaveling kunnen de regenwormgangen contact maken met de drainerende zandige ondergrond (bij Gendringen-plamuurmes = 20 cm).

probleem niet. Daardoor kunnen daar ook intensieve teelten zoals heesters en rozen (vooral in Noord-Limburg) goed gedijen.

5. Conclusies

De intensieve bodemvorming van de gronden uit het Laat-Weichselien en met name de gebeurtenissen in die tijd hebben geleid tot ongunstige fysische eigenschappen en fysisch gedrag van de bodem. Ook zijn er ongunstige veranderingen in chemische/kleimineralogische eigenschappen opgetreden. Korrelgrootteverdeling, hoeveelheid, kwaliteit en verdeling van organische stof en de zeer dichte, niet elastische microstructuur veroorzaken de ongunstige fysische eigenschappen voor de akkerbouw met name van de imperfect gedraineerde gronden. Om het niveau

van de biologische activiteit, het gehalte aan organische stof, de menging van mineraal en organisch materiaal ook tot grotere diepte (fig. 10A) te bevorderen wordt gebruik als grasland aanbevolen. Bij bouwlandgebruik zou opnemen van enkele jaren kunstweide in de vruchtwisseling gunstig zijn. Het is noodzakelijk dat de ontwateringstoestand van de gebieden met deze afzettingen verbeterd wordt. Recente ruilverkavelingen (na 1950) hebben dit bewerkstelligd voor grote gebieden met afzettingen uit het Laat-Weichselien. De verhoogde activiteit van wormen onder grasland is duidelijk waarneembaar tot dieptes van meer dan een meter (fig. 10B). Daardoor wordt contact gemaakt met de goed drainerende zandige ondergrond, waardoor de eertijds optredende plasvorming op het oppervlak reeds

tot het verleden behoort. Dit is de enige manier om te komen tot blijvende verbetering van deze compacte, imperfect gedraineerde gronden, die door natuurlijke processen tijdens het Laat-Weichselien sterk zijn verdicht en waarin geen Holocene biologische regeneratie is opgetreden.

Adres van de auteur:

Dr.ir. R. Miedema
Vakgroep Bodemkunde en Geologie
Landbouwuniversiteit Wageningen
Postbus 37,
6700 AA Wageningen

Literatuur

- Jongmans, A.G. en R. Miedema, 1986. Morphology, genesis and distribution of calcareous material in Late Weichselian sediments of the Rhine and Meuse rivers in the eastern part of the Netherlands. *Neth. J. agric. Sci.*, 34, 441-449.
- Koenigs, F.F.R., 1949. Een bodemkartering van de omgeving van Azewijn. De bodemkartering van Nederland, deel 3. Versl. Lb. Onderz. 54-17, Den Haag, 43 pp.
- Meene E.A. van de en W.H. Zagwijn, 1978. Die Rheinläufe im deutsch-niederländischen Grenzgebiet seit der Saale Kaltzeit. Überblick neuer geologischer und pollenanalytischer Untersuchungen. *Fortschr. Geol. Rheinf. u. Westf.*, 28, 345-359.
- Miedema, R., 1987. Soil formation, microstructure and physical behaviour of Late Weichselian and Holocene Rhine deposits in the Netherlands. Proefschrift Landbouwuniversiteit Wageningen, 339 pp.
- Paas, W., H. Rosing en P. Harbers, 1984. Soils and soil landscapes in the area of the soil maps Bocholt (sheet L4104) and Aalten (sheet 41W), scale 1:50 000. In: J.C.F.M. Haans, G.G.L. Steur en G. Heide (Eds)-Progress in Land Evaluation. A.A. Balkema Rotterdam Boston, 125-142.
- Pons, L.J., 1957. De geologie, de bodemvorming en de waterstaatkundige ontwikkeling van het Land van Maas en Waal en een gedeelte van het Rijk van Nijmegen. Proefschrift Landbouwhogeschool Wageningen, 155 pp.
- Pons, L.J. en J. Schelling, 1951. De Laatglaciale afzettingen van de Rijn en de Maas. *Geologie en Mijnbouw*, 13, 293-297.
- Schelling, J., 1951. Een bodemkartering van Noord Limburg (gemeenten Ottersum, Gennep en Bergen). Proefschrift Landbouwhogeschool Wageningen, 139 pp.
- Schröder, D., 1979. Bodenentwicklung in spätpleistozänen und holozänen Hochflutlehmen des Niederrheines. Habilitationsschrift, Bonn, 296 pp.
- Stiboka, 1983. Bodemkaart van Nederland 1:50 000. Kaartblad 41 West-Aalten.
- Teunissen, D. en H.G.C.M. van Oorschot, 1967. De laatglaciale geschiedenis van het verwilderde riviersysteem ten Zuidwesten van Nijmegen. *Geologie en Mijnbouw*, 46, 463-470.
- Verbraeck, A., 1974. The genesis and age of river-dunes (donken) in te Alblasserwaard. *Med. Rijks Geol. Dienst, Haarlem*, 25, 18.
- Verbraeck, A., 1985. Toelichtingen bij de Geologische kaart van Nederland 1:50 000. Blad Tiel West (39W) en Tiel Oost (39O). *Rijks Geologische Dienst, Haarlem*, 335 pp.