Geologie van Gelderland in vogelvlucht

T. Bruins

Nederland ligt aan de rand van een dalend bekken, dat zijn oostelijke begrenzing heeft in de omgeving van de grens met het Duitse Westfalen. Van hieruit hellen de diverse formaties in noordwestelijke richting. Gelderland strekt zich uit vanaf de rijksgrens tot in het midden van het land. Veel formaties, die in de loop van de geologische geschiedenis aan de opbouw van Nederland hebben bijgedragen, zijn dan ook in de ondergrond van Gelderland terug te vinden. De oudste afzettingen, die aan de oppervlakte liggen, stammen uit de Triasperiode; zij komen ten oosten van Winterswijk voor. In het overgrote deel van de provincie liggen echter veel jongere afzettingen aan het oppervlak.

In dit artikel beperken we ons tot de aan en nabij de oppervlakte liggende Kwartaire en Tertiaire afzettingen, die weergegeven worden in drie figuren. In figuur 1 wordt op een vereenvoudigde geologische kaart een geologisch-landschappelijk overzicht gegeven. Het beeld wordt bepaald door drie, onderling sterk verschillende, gebiedseenheden. Zij zijn onder verschillende geologische omstandigheden ontstaan en uiten zich door onderscheid in morfologie en bodemgebruik. Het zijn achtereenvolgens:

1. **Het stuwwallengebied** van de Veluwe met de stuwwallen van Nijmegen en Montferland, die gevormd zijn in de voorlaatste ijstijd, het Saalien.

2. **De dekzandgebieden** van Achterhoek, Gelderse Vallei en de strook tussen de Oost-Veluwe en het dal van de Gelderse IJssel, ontstaan in de laatste ijstijd, het Weichselien.

3. **Het rivierengebied** van IJssel, Rijn, Waal en Maas, waarvan de vorming grotendeels in het Holoceen heeft plaatsgevonden. Onder dit punt worden ook de mariene afzettingen langs het IJsselmeer en in het Hattemerbroek behandeld. Ook zij zijn van Holocene ouderdom.

In de Achterhoek moet als deelgebied het Oost-Nederlands Plateau genoemd worden, waar keileem uit de voorlaatste ijstijd en rivierafzettingen uit het Onder- en Midden-Pleistoceen aan de oppervlakte voorkomen en Tertiaire afzettingen de oppervlakte dicht naderen.

In alle genoemde gebieden komen ook andere, gedurende het Kwartair gevormde afzettingen voor, maar in essentie is hun aanzien gevormd door specifieke geologische gebeurtenissen gedurende bovengenoemde tijdvakken. Figuur 2 is een profiel, dat loopt van Nijkerk via Barneveld en Eerbeek naar Winterswijk. Deze west-oost doorsnede geeft een indruk van de opbouw van de bovenste 100 à 200 meter en toont de opeenvolging van afzettingen vanaf de Holocene Westland Formatie nabij Nijkerk tot de Bontzandsteen uit de Triasperiode in het oosten.

Figuur 3 geeft een schematisch overzicht van de stratigrafische onderscheidingen binnen het Holocene pakket van het kust- en rivierengebied.

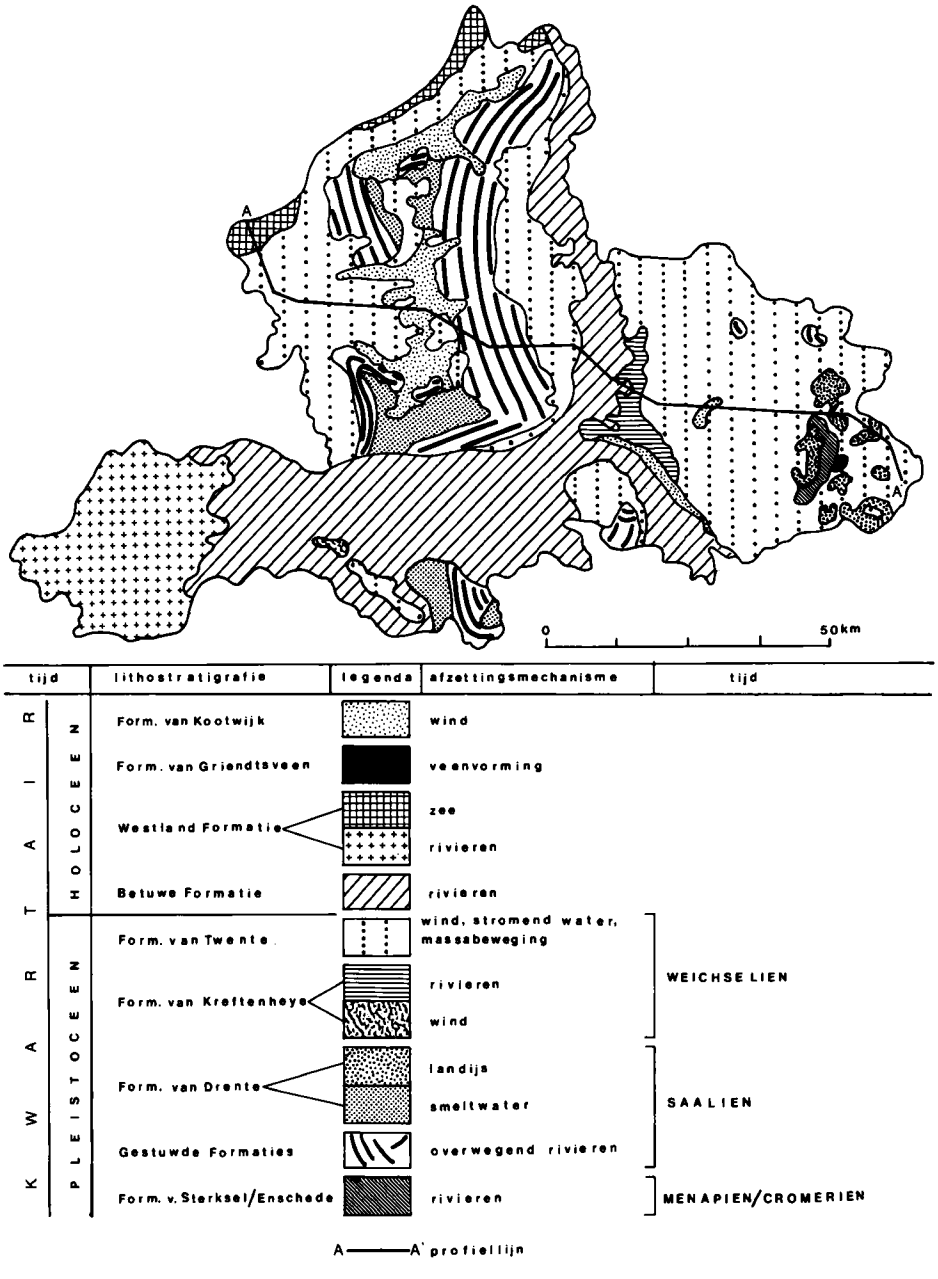


Fig. 1. Vereenvoudigde geologische kaart van de provincie Gelderland.

1. Het stuwwallengebied

In dit gebied komen aan de oppervlakte de volgende formaties voor (zie fig. 1):

- Gestuwde Formaties
- Formatie van Drente
- Formatie van Twente
- Formatie van Kootwijk

Een Formatie is een eenheid die zich in lithostratigrafische eigenschappen, onderscheidt van boven- en onderliggende Formaties. Een Formatie kan onderverdeeld worden in diverse Afzettingen.

Gestuwde Formaties (Saalien)

Gedurende het Saalien heeft het landijs ten tweede male Nederland bereikt.
Terwijl de eerste keer, tijdens het Elsterien, het ijs niet verder zuidwaarts kwam dan Noord-Nederland, lag het ijsfront tijdens de maximale uitbreiding in de tweede helft van het Saalien langs de lijn Haarlem-Utrecht-Nijmegen. Dit front bestond uit een aantal uitstulpingen of lobben. Voor Gelderland zijn dat de lobben van de Gelderse Vallei, die in diverse stadia, in het westen de Utrechtse Heuvelrug hebben opgestuwd en aan de oostzijde de stuwwallen van Ede, Oud Reemst, Garderen en de Stakenberg bij Elspeet hebben gevormd (Maarleveld, 1981).
Mogelijk bevond zich een kleine lob in het huidige dal van de Leuvenumse beek.

Een tweede grote ijslob lag in het tegenwoordige IJsseldal en heeft de Oost- en Zuid-Veluwe opgestuwd met aan de oostzijde de Sallandse heuvels en op Gelders gebied de stuwheuvels van Lochem en Montferland.
In het zuiden behoort de stuwwal van Nijmegen ook tot deze fase.
Zij is onderdeel van een aaneengesloten stuwwallencomplex, dat onder de Betuwe en het Rijngebied verbinding heeft met de Zuid-Veluwe en het Montferland.
Ondergronds is de stuwwal van Montferland naar het noorden toe te vervolgen tot voorbij Doetinchem (Van de Meene, 1977).
Gestuwd zijn zand en grind uit Pliocene en Onder- en Midden-Pleistocene formaties. De gestuwde lagen hellen in de richting van het ijs, dat de druk veroorzaakt. Loodrecht hierop staat de strekkingsrichting. Deze is in figuur 1 met lijnen aangegeven. De oorsprong en de samenstelling van de bij de stuwing betrokken formaties worden hierna besproken bij de beschrijving van het profiel.

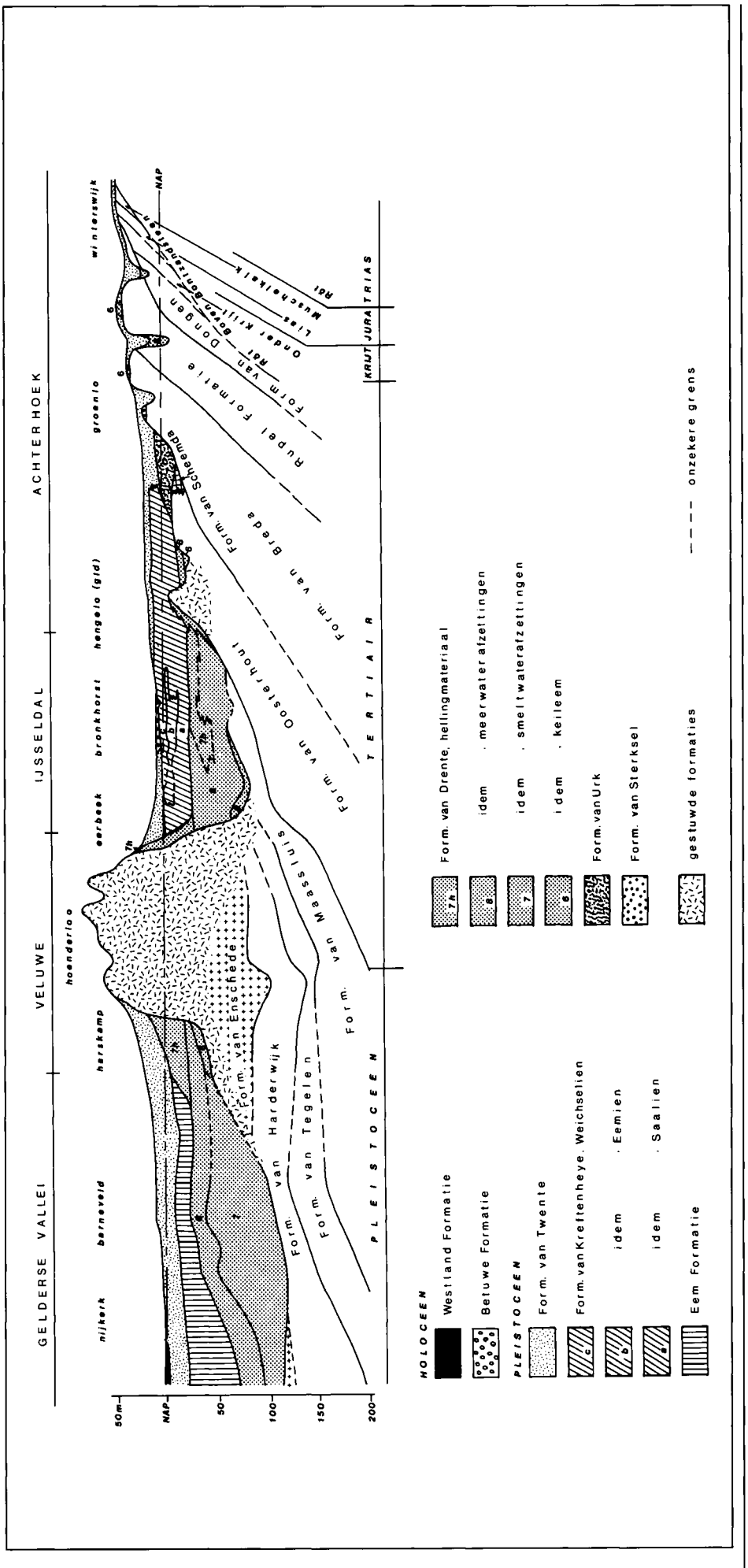


Fig. 2. Geologisch profiel van Nijkerk tot Winterswijk (Voor profiellijn zie fig. 1).

Formatie van Drente (Saalien)

Doordat het ijs in de bekkens ook aan de zuidzijde een stuwwal heeft gevormd, was het aan drie zijden door wallen omgeven. Hierdoor ontstond er tijdens de afsmelting een meer, dat grotendeels opgevuld werd met zand en grind afkomstig van het afsmeltende ijs en van de door erosie aangetaste stuwwal. Het grovere materiaal sedimenteerde aan de randen, terwijl de fijnere fractie verder in het meer tot bezinking kwam, waar het de plaatselijk aanwezige, aan de basis van het landijs gevormde, keileem bedekt. Deze zogenaamde bekkenafzettingen zijn

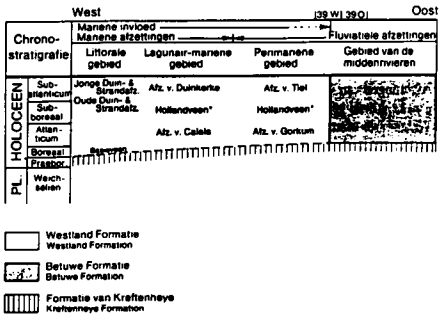


Fig. 3. Schematisch overzicht van de stratigrafische onderscheidingen binnen het Holocene pakket van kust- en riviergebied.

overal door jongere formaties bedekt. Aan de buitenzijde van de stuwwallen komen op uitgebreide schaal smeltwaterafzettingen voor. Deze afzettingen worden gekenmerkt door hun horizontale gelaagdheid van afwisselend, over het algemeen, dunne zand- en grindlagen, waarin hier en daar geulvormige structuren voorkomen. Grote concentraties smeltwaterafzettingen (sandur genaamd), slechts met een dunne bedekking van sedimenten uit de Formatie van Twente, liggen in het dal van de Leuvenumse beek, tussen Delen en Renkum en aan de westzijde van de stuwwal van Nijmegen.

Dat het landijs niet alleen de stuwheuvels heeft gevormd, maar ze plaatselijk ook heeft bedekt, blijkt uit de na afsmelting achtergebleven, uit Scandinavië en het Baltische gebied afkomstige zwerfstenen, die hier en daar op de heuvels te vinden zijn. Op de Oost- en Zuid-Veluwe beperkt de aanwezigheid van zwerfstenen zich in hoofdzaak tot de flanken, terwijl ze op de lagere stuwwallen van Lunteren en Oud Reemst ook op de toppen voorkomen (Maarleveld, 1951; De Zanger, 1980). Veel zwerfstenen zijn in de loop der eeuwen voor allerhande doeleinden verzameld, zodat het aantal zeer sterk gereduceerd is. Van het Montferland is bekend, dat dit gebied voor collectiedoeleinden systematisch is afgezocht.

De erosie op de vegetatieloze stuwwallen resulteerde in diepe geulen. Waarschijnlijk is het dal, dat de Midden-Veluwe in oost-west richting voor een deel doorsnijdt en waarin de spoorlijn Amersfoort-Apeldoorn is gelegen, een erosiegeul van -in aanleg- Saalien-ouderdom. De meeste zogenaamde droge dalen, die veelvuldig op de stuwwal voorkomen, zijn erosiegeulen gevormd of verder uitgediept tijdens het Weichselien.

Formatie van Kootwijk (Holoceen)

Door beschadiging van de oorspronkelijke vegetatie door landbouwactiviteiten is stuifzand ontstaan, dat grote delen van de Veluwe bedekt. In de 18e eeuw, maar vooral in de 19e eeuw, is dit reeds in de vroege middeleeuwen ontstane proces door vastlegging (door middel van denneninplant) gestopt. In enkele gebieden, als het Kootwijkerzand en het Wekeromsche Zand wordt de stuiving opzettelijk aktief gehouden. Behalve kleine stuifzandgebiedjes, die plaatselijk verspreid in het Pleistocene gebied van Gelderland voorkomen, liggen in de Achterhoek wat grotere concentraties, o.a. langs de Oude IJssel en bij het dorp Zelhem.

2. De dekzandgebieden

De drie dekzandgebieden worden in hoofdzaak bepaald door afzettingen uit de Formatie van Twente. Daarnaast komen in de Achterhoek nog een aantal afzettingen aan de oppervlakte voor afkomstig uit andere formaties. Dat zijn uit de Formatie van Drente de stuwheuvel van Lochem, ontstaan door ijsdruk vanuit het IJsseldal en de stuwheuvel van Neede. Deze laatste is, samen met de terreintrede van het Oost-Nederlands Plateau, gevormd door een ijsbeweging die, in tegenstelling tot wat er bij de vorming van de Veluwe is gebeurd, weinig invloed heeft uitgeoefend op de ondergrond (Zandstra, 1986). Op het Plateau liggen pleksgewijs gebieden met keileem afkomstig van bovengenoemde ijsbeweging. Ook zijn er erosieresten aanwezig van Midden-Pleistocene rivierafzettingen uit de Formaties van Sterksel en Enschede. De Formatie van Sterksel bestaat uit grove, grindhoudende zanden aangevoerd door Rijn en Maas. De Formatie van Enschede is een overwegend grofzandige, kwartsrijke afzetting gesedimenteerd door een riviersysteem vanuit het oosten. Verder komen in dit gebied Tertiaire afzettingen van Miocene en Oligocene ouderdom dicht onder maaiveld voor, evenals een klein plekje Muschelkalk ten oosten van Winterswijk. Tenslotte liggen in de Achterhoek drie gebiedjes met locaal gevormde Holocene afzettingen, te weten een kleine oppervlakte hoogveen ten westen van Winterswijk, behorende tot de Formatie van Griendtsveen, stuifzand bij Zelhem en langs de Oude IJssel. Deze laatsten behoren tot de Formatie van Kootwijk.

Formatie van Twente

Na het Eem interglaciaal, waarvan aan de oppervlakte geen restanten aanwezig zijn, volgde de laatste ijstijd, het Weichselien. De processen gedurende het Weichselien hebben het landschappelijk aanzien van grote delen van Gelderland bepaald. De Achterhoek, de Geldersche Vallei en het gebied tussen de Oost-Veluwe en het dal van de Gelderse IJssel zijn bedekt met de tot het Weichselien behorende Formatie van Twente. De Formatie van Twente is samengesteld uit diverse lithogenetische eenheden. De meest voorkomende is dekzand. Dekzand is door de wind verplaatst zand. Het dankt zijn naam aan het feit dat het, aan het oppervlak liggend, grote delen van de Midden- en Oostnederlandse ondergrond bedekt. Dekzand is gedurende het gehele Weichselien gevormd in koude en droge tijden zonder vegetatie. De dikte varieert van enkele dm's tot meerdere meters. Aan de voet van stuwwallen vormt dekzand vaak een randrug, die als een smalle verhoging op enige afstand hiervan de contouren van de stuwwal volgt. Het uit Zuid-Limburg bekende, eveneens door de wind verplaatste materiaal, lössgenaamd, komt ook in Gelderland voor. Het ligt in enkele erosiedalen van de Oost-Veluwe bij De Steeg en kan daar meerdere meters dik zijn. Ook in Montferland komt löss voor, doch het ligt daar onder een laag dekzand. Verder is het plaatselijk aanwezig op de stuwwal van Nijmegen.

Het Weichselien was een tijdperk met een afwisseling van zeer koude en minder koude perioden. Deze klimaatswisselingen hebben hun sporen in de ondergrond nagelaten. Tijdens de koudste perioden was de bodem tot grote diepte bevroren (permafrost). Onder deze omstandigheden worden vorstwiggen gevormd. Zij worden dikwijls waargenomen in de wanden van bouwputten en zandafgravingen. Zou men ze aan de oppervlakte kunnen zien, dan zou blijken dat deze scheuren in polygoonstructuren liggen. Dergelijke structuren komen in poolgebieden veelvuldig voor. Ook kryoturbate verschijnselen zijn onder dergelijke omstandigheden gevormd. Deze, tot uitstulpingen vervormde, van oorsprong horizontaal liggende lagen zijn ontstaan doordat de oppervlakte bo-

ven de permafrost ontdooit en daarna van bovenaf weer bevriest. Hierdoor komen de met water verzadigde lagen onder druk te staan en worden plaatselijk weggeperst. In wat vochtiger klimaat tijdens het Weichselien treden fluvioperiglaciale afzettingen naar voren. Dit zijn afzettingen gevormd door smeltwater, dat afkomstig is van sneeuw of van het ontdooien van de bovenlaag. Zij zijn van dekzanden te onderscheiden, doordat het zand minder goed gesorteerd is. Ook komen er dunne veenlaagjes in voor afkomstig van plantengroei in vochtige afvoerloze kommen gedurende kortstondige klimaatsverbeteringen, de zogenaamde interstadialen. Tenslotte behoren tot de Formatie van Twente de hellingafzettingen. Zij zijn ontstaan doordat in een geaccidenteerd gebied de zeer waterrijke, ontdooide bovenlaag van de permafrost langs de helling naar beneden glijdt. Deze afzettingen zijn structuurloos, omdat de oorspronkelijke gelaagdheid is verdwenen. Zij komen o.a. voor op de flanken van droge dalen in stuwwalgebieden.

Holocene afzettingen zijn in de dekzandgebieden aanwezig als de reeds genoemde stuifzanden, maar ook in fluviatiele vorm afkomstig van beken. Beekafzettingen bestaan uit gelaagde zandafzettingen met variabele korrelgrootte, afgewisseld met dunne lemige bandjes.
Soms zijn er verspoelde houtresten in aanwezig en door de relatief lage en vochtigere ligging ten opzichte van de omgeving is er veelal sprake van ijzeraanrijking in een vlekkerig patroon. Beekafzettingen beperken zich hoofdzakelijk tot een smalle strook aan weerszijden van de waterloop en zijn moeilijk te onderscheiden van fluvioperiglaciale afzettingen indien deze laatste aan de oppervlakte liggen. Hierdoor en door hun beperkte verbreiding en soms zeer geringe dikte zijn zij niet op het kaartje weergegeven. Daar komt nog bij, dat vele natuurlijke beeklopen zijn rechtgetrokken door kanalisatie, waarna de aan de stroom ontrokken bochtafsnijdingen zijn geëgaliseerd. Als derde Holocene afzetting liggen in de dekzandgebieden aan de oppervlakte kleine tot zeer kleine plekken veen. Zij rusten op een waterstagnerende onderlaag. Het veruit grootste aaneengesloten veengebied is het ca. 2,5 km² grote Korenburgerveen ten westen van Winterswijk. De venen zijn in de meeste gevallen restanten van voormalige, veel grotere veenvoorkomens.

In het dekzandgebied van de Achterhoek liggen enkele stuwwallen. Het zijnde Lochemerberg, de Needseberg en de uitlopers van de, op Overijssels gebied liggende, stuwwal van Markelo. De ondergrondse voortzetting in zuidelijke richting van de Markelose stuwwal is bedekt met een dikke laag door het landijs gevormde keileem, die als verhoging in het terrein is waar te nemen. Hierop zijn de dorpen Geesteren en Gelselaar gelegen (staat niet op fig. 1 aangegeven). In de Lochemerberg zijn de Formaties van Urk en Enschede bij de stuwing betrokken. In de Needseberg is o.a. klei uit het Holstein interglaciaal, dat vooraf is gegaan aan de Saale ijstijd, meegestuwd. Deze klei is voor dakpannenfabricage vrijwel geheel afgegraven.

Het Oost-Nederlands Plateau

Opvallend in de Oost-Achterhoek is de terreinverheffing, die vanaf Aalten in noordelijke richting tot Eibergen loopt. Het is de westrand van het Oost-Nederlands plateau. De hoogteverschillen in deze terreinknik zijn bij Aalten het grootst, ca. 10 meter. Naar het noorden toe neemt dit verschil af tot ca. 3 meter bij Eibergen. Op het plateau liggen keileem alsmede afzettingen van de Formaties van Sterksel en Enschede aan de oppervlakte.
Op de meeste plaatsen liggen zij onder een dunne laag Twente-afzettingen bedekt. Ook Tertiaire kleien liggen op het plateau dicht onder het oppervlak. Hoewel door bovengenoemde afzettingen bedekt, ligt hun bovenzijde in sommige gevallen op minder dan één meter onder maaiveld. Vanaf 20 meter +NAP op het plateau duikt de bovenzijde van het Tertiair voorbij de terrasrand naar het westen al snel naar ca. 30 meter -NAP. Op het plateau wiggen, in oostelijke richting, de Miocene afzettingen snel uit en komt het onderliggende Oligoceen dicht nabij de oppervlakte. Tegen de rijksgrens, ten oosten van Winterswijk, ligt ten gevolge van breukwerking het Onder-Krijt en de Trias nabij de oppervlakte, slechts bedekt door enkele meters Kwartaire formaties.

3. Het rivierengebied

Vanaf het eind van het Saalien tot in het Holoceen is in het rivierengebied de Formatie van Kreftenheye afgezet. In het huidige IJsseldal, alsmede in het westelijk deel van de Achterhoek, is dit door de toenmalige Rijn geschied. In de Achterhoek ligt het onder afzettingen uit de Formatie van Twente. De Formatie van Kreftenheye ligt in het uiterste westen van de Achterhoek over een groot gebied aan de oppervlakte. In het overige rivierengebied zijn het de Rijn en Maas samen geweest, die de Formatie van Kreftenheye hebben gevormd. In het land van Maas en Waal liggen enkele reeksen rivierduinen, ontstaan uit door de wind verplaatste rivierzanden.
Rivierduinen behoren ook tot de Formatie van Kreftenheye. De rivierduinen ten noorden van de Oude IJssel zijn in het Holoceen opnieuw verstoven. Ze worden tot de Formatie van Kootwijk gerekend. De Formatie van Kreftenheye, die de ondergrond van het gehele rivierengebied beslaat, bestaat uit grof grindhoudend zand, dat is gesedimenteerd door een stelsel van verwilderde rivieren onder periglaciale omstandigheden. Alleen gedurende het Eemien kwam fijner materiaal tot bezinking. Dit was het gevolg van een hoge zeestand gedurende dit interglaciaal, waardoor het verval van de rivieren en dus ook de stroomsnelheid veel geringer was. Dit laatste deed zich ook voor gedurende het Holoceen toen, na de koude periode tijdens het Weichselien, de zeespiegel weer ging stijgen.
De rivieren bouwden een stroombed op van bezonken zandige afzettingen, waarbij in het naastliggende komgebied bij hoog water klei bezonk. Op drooggevallen komklei-afzettingen kon veengroei optreden. Door natuurlijke stroomdraadverleggingen zijn oude stroomgordels vaak aan het oog onttrokken door bedekking met afzettingen vanuit een jonger riviersysteem. Het naar het westen toe op steeds dieper niveau voorkomen van voormalige rivierlopen houdt enerzijds verband met de zeespiegelrijzing gedurende het Holoceen, anderzijds met het feit, dat Nederland deel uitmaakt van het dalend Noordzeebekken. De daling die, hoewel niet constant, ca. 1,7 cm per 100 jaar bedraagt, werd gecompenseerd door fluviatiele en mariene sedimentatie. Er is bij de in Gelderland voorkomende rivierafzettingen een onderscheid gemaakt in de Betuwe Formatie en de Westland Formatie (zie fig. 3). Dit onderscheid houdt verband met de invloed, die de zee heeft gehad op de sedimentatie.
De Betuwe Formatie wordt gevormd door sedimenten van de grote rivieren, zoals in het voorgaande is beschreven en waarbij geen invloed van de zee heeft plaatsgevonden. Het veen, dat in deze afzettingen incidenteel voorkomt, is niet aan bepaalde tijdseenheden gebonden en heeft zodoende ook geen regionale stratigrafische betekenis. Dit in tegenstelling tot de Westland Formatie waar, in de fluviatiele sedimentatie, duidelijk de zee op afstand is te herkennen. Dus geen direkte overstroming door zeewater, maar invloed op de opbouw van het sedimentpakket door eb en vloedwerking en door periodieke verschillen in hoogte van de zeespiegel gedurende lange tijd. Bij zeespie-

geldaling treedt op uitgebreide schaal veengroei op, dat weer verdrinkt bij rijzing van de zeespiegel, dit veroorzaakt een stuwende werking op de rivierwaterafvoer. Op het veen wordt dan klei gesedimenteerd. Kenmerkend voor dit perimariene gebied van de grote rivieren is de soms aaneengesloten, meestal door transgressiefasen onderbroken veenlaag, die Hollandveen wordt genoemd en die de bovenliggende Afzetting van Tiel scheidt van de onderliggende Afzetting van Gorkum. In een smalle strook langs het Veluwemeer en bij Hattemerbroek liggen afzettingen, die direkt afkomstig zijn van mariene transgressie.
Zij bestaan veelal uit lemig zand en al dan niet zandige klei. Tussen Harderwijk en Elburg ligt aan de oever van het IJsselmeer een grindrijke, door golfwerking opgeworpen wal, die door locale afgravingen op vele plaatsen onderbroken is. Het grind is afkomstig uit Rijnsedimenten en uit rivierafzettingen van oostelijke herkomst (Haans & Maarleveld, 1957). Al deze sedimenten worden, als mariene variant van de Afzetting van Tiel, de Afzetting van Duinkerke genoemd. Ze behoren eveneens tot de Westland Formatie.

Geologische profiel Nijkerk-Winterswijk (fig. 2)

Het profiel geeft een inzicht in de opbouw van de matig-diepe ondergrond. Het gaat om een vereenvoudigde weergave van een veel ingewikkelder, slechts ten dele bekende, werkelijkheid. Zo zijn alle breuken weggelaten, omdat hun juiste ligging niet bekend is. Duidelijk is wel de naar het noordwesten gerichte helling van de Tertiaire afzettingen in het oostelijk deel van het profiel en van de Onder-Pleistocene afzettingen in het westen. De oudste afzetting op het profiel is Bontzandsteen uit de Trias, Röt genaamd. Bontzandsteen wordt in ontsluitingen in de omgeving van Winterswijk meestal als kleiig, fijnzandig materiaal aangetroffen, waarin hier en daar zandsteenbrokken voorkomen. Naar het noordwesten volgt een smalle strook Muschelkalk, bekend uit de kalksteengroeve van Winterswijk. Daarnaast ligt een donkergekleurde zware klei uit de Lias, waarna op het profiel Onder-Krijtafzettingen volgen, die uit glauconiethoudend zand bestaan. Al deze afzettingen liggen nabij de oppervlakte onder een dun Pleistoceen dek van 1 à 2 meter zandige afzettingen uit de Formatie van Twente en keileem uit de Formatie van Drente. In beekoevers treden zij hier en daar aan het daglicht. Het oudste Tertiair in het profiel is de Eocene Formatie van Dongen, die in het uiterste oosten rust op afzettingen uit het Röt en Onder-Krijt. Er is hier dus een belangrijk hiaat, dat zowel veroorzaakt is door sterke erosie als door het feit, dat in bepaalde perioden geen afzettingen werden gevormd. Op de Formatie van Dongen liggen andere Tertiaire afzettingen en wel de Rupel Formatie uit het Oligoceen met daarop de Formatie van Breda, die tot het Mioceen behoort. Dit zijn alle fijnkorrelige, mariene afzettingen bestaande uit fijn zand en klei. Ook gedurende het Tertiair hebben bodembewegingen plaatsgevonden. Hierdoor komen er binnen de Tertiaire afzettingen discordantievlakken voor en in samenhang hiermee dikteverschillen en hiaten. Er zijn breuken met een spronghoogte van enkele tot tientallen meters aangetoond. De daaropvolgende Formatie van Oosterhout, die tot het jongste deel van het Tertiair behoort, bestaat ook uit mariene afzettingen. Deze gaan echter over in zanden met een estuarien karakter, die tot de Formatie van Scheemda worden gerekend. Deze overgang, die op het rechterdeel van het profiel weergegeven is, is belangrijk omdat het de voorbode is van de geleidelijke overgang naar een door rivieren beheerst afzettingsmilieu, dat kenmerkend is voor het grootste deel van het Pleistoceen. Op de Formatie van Oosterhout ligt de mariene Formatie van Maassluis. Deze is over het algemeen fijnkorrelig van samenstelling en vormt de basis van de Pleistocene afzettingen. Op de overgang Plioceen-Pleistoceen trekt de zee zich verder in westelijke richting terug en wordt de sedimentatie meer en meer overgenomen door rivieren. Hierin bestaan twee systemen: het Rijn-Maas en het Baltisch-Midden-Duits systeem. De Formatie van Tegelen, die op de Formatie van Maassluis ligt, is een Rijn-Maas afzetting en lithologisch variabel. Het bevat zowel klei- als grof zandlagen. De formatie wigt in oostelijke richting uit onder het IJsseldal. De Formatie van Tegelen is 'vertand' met de Formatie van Harderwijk. Met vertanden worden bedoeld, dat de sedimentatie door beide systemen afwisselend overheerste. Beide vertanden in het onderste deel ook met de Formatie van Maassluis. Op de Formatie van Tegelen ligt de grofzandige, kwartsrijke Formatie van Harderwijk, die met de daarboven liggende, eveneens kwartsrijke, Formatie van Enschede gesedimenteerd is door een vanuit Duitsland komend riviersysteem. Beide zijn in het Veluwegebied onderhevig geweest aan verstoring door ijswerking. Na het verdwijnen van de sedimentatie door vanuit het oosten komende rivieren kwam het gebied onder invloed van zowel de Rijn als de Maas. Vanuit dit zuidelijke systeem zijn de fijn zand- en kleihoudende Formatie van Kedichem en de grof zandige, grindhoudende Formatie van Sterksel ontstaan. Uiteindelijk kreeg de Rijn de volledige overhand en werden grove, bonte, grindhoudende zanden gesedimenteerd, die de Formatie van Urk worden genoemd. Vanwege erosie door het landijs, zowel in de Gelderse Vallei als in het IJsseldal, zijn de Formaties van Kedichem, Sterksel en Urk daar geheel verdwenen.
De gevolgen van de ijsbedekking zijn zeer duidelijk zichtbaar op het profiel. Het meest duidelijke element is de Oost-Veluwestuwwal.
Het gaat hier om een, ook op Westeuropese schaal gezien, zeer machtige stuwwal, die zich tot een diepte van ruim honderd meter onder de oppervlakte voortzet. Als ondergronds voorkomende stuwing is alleen die in de omgeving van Hengelo (Gld.) zichtbaar. De gebieden waar het stuwwalmateriaal vandaan komt zijn onder meer het IJsseldal en de Gelderse Vallei. In de stuwing zijn de Formaties van Tegelen, Harderwijk, Enschede, Kedichem, Sterksel en Urk betrokken. Na afsmelting van het ijs bleef de aan de basis van het ijs gevormde keileem achter. Deze relatief dunne afzetting is in een aantal profielboringen aangetroffen. Hierop zijn op uitgebreide schaal grove en fijne smeltwaterafzettingen bezonken afkomstig van het ijs zelf en van de stuwheuvels. Tegen het einde van het Saalien konden de rivieren, die door het ijsfront gedwongen waren geweest naar het westen af te buigen, weer door het IJsseldal stromen. Hierbij werd door een Rijnsysteem de grofzandige, grindhoudende Formatie van Kreftenheije gesedimenteerd. In de op het Saalien volgende warme tijd, het Eemien, kwamen fijnkorrelige rivierafzettingen tot bezinking, waarbij ook veenontwikkeling kon plaatsvinden. Te zelfder tijd lag de Gelderse Vallei onder invloed van de zee en kwamen hier mariene sedimenten tot afzetting. De Rijnloop door het IJsseldal heeft tot het Midden-Weichselien gefunctioneerd (Van de Meene, 1979). Alleen in de Betuwe en in het land van Maas en Waal is de sedimentatie tot in het Holoceen doorgegaan. Over de mariene Eem Formatie in de Gelderse Vallei en de fluviatiele Kreftenheye-afzettingen in het IJsseldal zijn gedurende de laatste ijstijd, het Weichselien, sneeuwsmeltwaterafzettingen en dekzanden van de Formatie van Twente gesedimenteerd. Hiermee wordt het grootste gedeelte van het profiel aan de bovenzijde afgesloten. Slechts op twee kleine locaties komen Holocene afzettingen voor te weten de Betuwe Formatie langs de Gelderse IJssel en de Westland Formatie bij Nijkerk.

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

Literatuur

Haans, J.C.F.M. en Maarleveld, G.C., 1957. Grindrijke strandwallen langs de oostrand 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 rivierlemen 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 Rijndal (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; Stibǫka, 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 gerelateerd 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 kleilenzen 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 afstand. Detailbodemkaarten (fig. 4A) met een legenda gebaseerd op drainagetoestand 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 Bergharense zandheuvels en de zandheuvels noordelijk van de Oude IJssel.