De mens als geologische factor in het Gelderse landschap

W. van de Westeringh en R. Felix

In de geologische tijd gezien, is de mens jong. Als factor die het natuurlijke landschap veranderde, is de mens zelfs zeer jong.
De invloed van de mens is niet alleen op het aanzicht van het landschap, maar ook op geologische processen in bepaalde gebieden enorm geweest. Voor zover Laat-Kwartaire geologische processen niet stopgezet werden, zijn deze wel beïnvloed. Sommige geologische gebeurtenissen kunnen 'natuurlijk' lijken, maar zijn dat in feite niet, omdat ze door de mens geïnduceerd, dus 'anthropogeen', zijn.

De mens graaft, hoogt op en beïnvloedt de hoogte van de grondwaterspiegel. Soms brengt hij geologische processen op gang, soms probeert hij hun werking te verminderen, af te remmen of geheel tot stand te brengen. Kortom de mens is een geologische factor.
Voorbeelden van dit menselijk ingrijpen in natuurlijke processen en omstandigheden zijn in een provincie als Gelderland, met zijn hoogteverschillen en zeer gevarieerde geologische opbouw, op heel wat plaatsen terug te vinden. Dit geldt vooral voor plaatsen waar delfstoffen te vinden zijn, of waren, en daar waar water een probleem vormt. Water dat teveel is, of niet voldoende, of te slecht van kwaliteit.
De invloed van de mens is het best waar te nemen in het landschap. Vandaar dat voor dit verhaal Gelderland in twee landschappen onderverdeeld wordt:

- de rivierlandschappen
- de hoge gronden.

De rivierlandschappen, waarbij ook de beken gerekend worden, vallen deels samen met gebieden waarin overwegend Holocene afzettingen voorkomen. Voorbeelden hiervan zijn de stroomvlaktes van de Maas, de Rijn, de Waal en de IJssel. Zonder ingrijpen van de mens zou hier sedimentatie optreden in een veel groter gebied dan waar dat nu het geval is. Het rivierlandschap bestaat verder nog uit delen van Pleistocene riviervlaktes zoals in de omgeving van Nijmegen en het dal van de Oude IJssel. De beken vormen in het algemeen stroken van jonge afzettingen in overwegend Pleistocene sedimenten. De hoge gronden van Gelderland hebbben als gemeenschappelijk kenmerk dat ze topografisch hoger liggen dan de aangrenzende rivier- en beekdalen. Een tweede kenmerk is dat ze onderhevig zijn aan erosie. Behalve door plaatselijke verstuiving, veengroei of ophoging met plaggen vindt er geen sedimentatie plaats.



Fig. 1. Oud cultuurlandschap bij Ratum (Winterswijk) in 1973. Op de voorgrond het oude bouwland op een dekzandrug, tussen de stromijt en de vrijstaande eik. Achter de weg het grasland op de lager gelegen gronden. Op de achtergrond houtwallen, bosjes en ander hout.

Voor Gelderland zullen achtereenvolgens behandeld worden:
1. De bedijking van het rivierkleigebied; 2. Beken in zandgebieden; 3. Oudbouwland (essen of engen/enken, kampen); 4. Delfstoffen; 5. Water.

1. De bedijking van het rivierkleigebied

In het natuurlijke landschap van de grote rivieren, dus het gebied tussen de hogere zandgronden van de Veluwe en die van Noord-Brabant, kon hoogwater van de Rijn, Waal en Maas zich over een grote afstand uitspreiden (Verbraeck, 1984). Hetzelfde gold voor de Gelderse IJssel. In dat onbedijkte landschap woonde de mens op de relatief hoogste delen, dat waren de oeverwallen of stroomruggen van de rivieren (Poelman, 1973; Kloosterhuis, 1975; Mentink en Van Os, 1985) en hier en daar heuvels van zand (donken, bergen, loo-en) temidden van klei (Edelman, 1950; Berendsen, 1986). Als die toch overstroomden, was de waterdiepte er gering en duurde het maar kort of ze vielen weer droog. In de achtergelegen kommen bleef het water veel langer staan, niet alleen omdat ze lager lagen, maar ook omdat water van de oeverwallen er naar toe stroomde.

Dit veranderde radicaal toen de mens dijken ging bouwen om zich tegen wateroverlast te beschermen. Die eerste dijken zijn niet hoog geweest. Ze werden aangelegd op de hoogste delen, de oeverwallen en dienden om de wateroverlast te beperken of de duur ervan te bekorten. De wateraanvoer door de rivieren is vooral vanaf de Middeleeuwen, tengevolge van ontginningen van bossen in Duitsland, toegenomen. Toen in Duitsland middels ontbossingen agrarisch cultuurland gemaakt werd, betekende dat tevens dat het

overtollige water niet meer vertraagd in de rivier kwam via een bosbegroeiing en het grondwater, maar veel sneller en veelal bovengronds afgevoerd werd. Tegenwoordig komt het water tengevolge van drainage en riolering nog vlugger in de rivier, wat aanleiding geeft tot pieken in de wateraan- en afvoer.

De mens ging zich dus beschermen tegen wateroverlast. Eerst is dat een partiële bedijking geweest, een (lage) dijk, eigenlijk een kade, bij het dorp.
Het overtollige water kon men zonder al te veel moeite laten lopen naar de lager gelegen kommen binnen het eigen dorpsgebied of de dorpspolder. Zo lang men zelf geen last had van het water van een (bovenstrooms gelegen) naburige dorp en men zelf geen overlast veroorzaakte aan een andere (benedenstrooms gelegen) dorpspolder, waren er geen problemen.
Een logisch gevolg van toegenomen partiële bedijkingen is geweest, dat er een centraal gezag kwam dat ging zorgen voor een gesloten dijksysteem. Het gevolg van een gesloten dijk of ringdijk, bijvoorbeeld om de Betuwe heen, was dat vanaf toen hoogwater van de grote rivieren zich niet meer over een groot gebied kon verdelen, maar als het ware tussen twee dijken door geperst werd. Bij een zelfde wateraanvoer werden de rivierstanden dus hoger. Men kreeg hierdoor meer wateroverlast. Buitendijks kwam het hoogwater steeds hoger, terwijl er binnendijks kwel ontstond die geleidelijk toenam. Men had de problemen dus eigenlijk aan zichzelf te wijten.
Daar kwam nog bij dat er ook bovenstrooms bedijkt en in de Middelduitse berggebieden nog verder ontgonnen werd, waardoor de waterpiekaanvoer nog verder toenam. Deze interne en externe factoren hebben telkens weer geleid tot verhogingen van de dijken, iets dat nog tot in de huidige tijd doorgaat (grootschalige dijkverzwaringen). Momenteel is er een adempauze in de verdere planning en wordt de gehele problematiek van de dijkverzwaring langs de grote rivieren nog weer eens bekeken.
Daarbij wordt niet alleen gelet op waterstaat- en waterbouwkundige zaken, maar eveneens op landschappelijke, cultuurhistorische en natuurwetenschappelijke belangen en waarden. Reeds lang geleden onderkende men het gevaar van zulke, meestal slechts kort durende, waterpieken. Daarom leidde men het water wel af via zogenaamde overlaten (Spijkse Overlaat, Beerse Overlaat). Reeds in de 12de eeuw en ook nog diverse keren later heeft men overwogen om hoogwater van de Rijn via de Gelderse Vallei

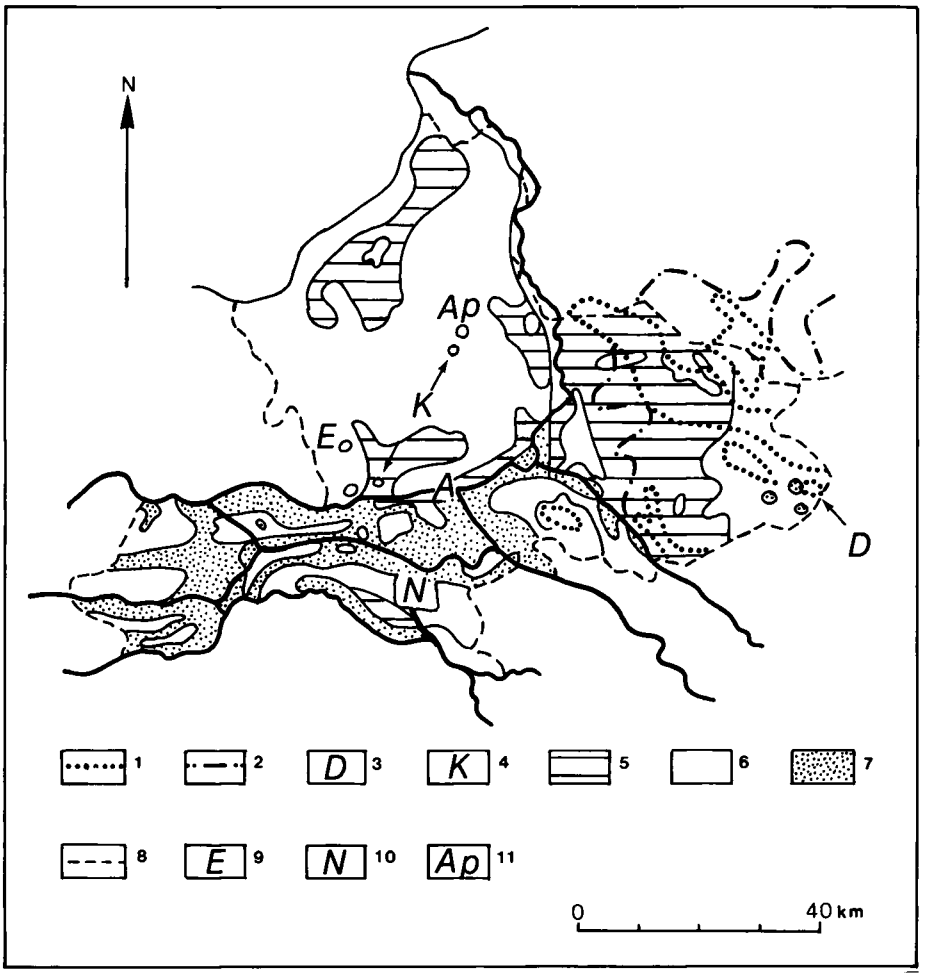


Fig. 2. Delfstoffen in de Gelderland. 1. Carboon op minder dan 1000 m diepte, 2. Zechsteinzout op minder dan 1000 m diepte, 3. Kalksteen en dolomiet. 4. Kiezelgoer, 5. Beton- en metselzand. 6. Fijn ophoogzand, in het rivierengebied ook klei en leem, matig geschikt voor de grofkeramische industrie. 7. Klei en leem, goed geschikt voor de grof keramische industrie, 8. Rijks- en provinciegrenzen. A. Arnhem, Ap. Apeldoorn, E. Ede, N. Nijmegen.

af te voeren!

Een ander gevolg van de bedijking is, geologisch gezien, vooral geweest dat binnendijks de (geologische) opbouw van een landschap met oeverwallen en kommen stopgezet werd en dat buitendijks in de uiterwaarden een kleiner gebied dezelfde water- en slibhoeveelheid te verwerken kreeg. Daardoor kon pleksgewijs een versterkte opslibbing plaatsvinden en konden eventueel bestaande hoogteverschillen sneller dan natuurlijk vereffend worden.
Een enorme verandering dus in vergelijking met de natuurlijke geologische opbouw van een rivierkleigebied. Een echte differentiatie in oeverwallen en kommen vond en vindt op uiterwaarden niet plaats. Ook een gevolg van de bedijking is geweest dat er veelvuldig dijkdoorbraken ontstonden.
Deze werden heel vaak vooraf gegaan door het kruien van ijs, waardoor niet alleen de dijk beschadigd werd maar ook water zich voor zo'n ijsstuwdam ophoopte tot de kruinhoogte van de dijk bereikt werd. Een dijkdoorbraak veroorzaakte een grofzandige overslag (Egberts, 1950) over de omgeving heen en het ontstaan van een kolk, wiel of waai. In het natuurlijke landschap leidde een doorbraak van een oeverwal tot de vorming van zogenaamde oevergronden (Pons, 1953).

Een laatste gevolg van bedijking dat we willen bespreken, is de noodzaak om de toegenomen binnendijkse wateroverlast, voor een groot deel tengevolge van kwel, af te voeren.
Er moest dus een gemeenschappelijke waterafvoer komen, wat alleen mogelijk was bij een centraal gezag. Er kwam een 'land'-wetering, in de Betuwe eigenlijk twee weteringen, namelijk de Rijn- en de Waalwetering, gescheiden door een wal. In de Bommelerwaard lagen soms meerdere wallen of capretons tussen de verschillende weteringen. De dorpspolders moesten zorgen dat ze hun overtollig water daarop konden afvoeren zonder overlast aan andere dorpspolders te veroorzaken. Een uitgebreid stelsel van zulke, kleinere, 'veld'-weteringen werd gegraven, die namen dragen als leigraven, zegen, tochten, enz.
Pas nadat het afwateringsstelsel goed functioneerde, konden ook de kom-

men ontgonnen worden. De geschiedenis van het geheel van dorpspolders, bedijkingen en dijkbeheer, aanleg van weteringen en waterbeheer is heel boeiend (Mentink en Van Os, 1985).

Het bovenstaande moge duidelijk gemaakt hebben hoe groot de invloed van de mens geweest is op het rivierkleigebied zoals we dat nu kennen. Op veel dingen kon niet ingegaan worden, zoals de afsluiting van rivieren (dammen) en het verleggen van rivieren, het afsnijden van rivierbochten of meanders, enz.
Ook die zorgden weer voor steeds hogere piekafvoeren.
Het plan Ooievaar (De Bruin e.a., 1987) waarmee beoogd wordt om ondermeer ooibossen, dus om een 'natuurlijk' landschap, terug te krijgen, gaat wel ten koste van een deel van de uiterwaarden die behoren tot een typisch Nederlands landschap: het bedijkte rivierkleilandschap.
Verloren gaan de fraaie gezichten op de stuwwallen (visuele nivellering van de hoogteverschillen tussen met grasbegroeide uiterwaarden en bebeoste steile hellingen van de stuwwallen) en vanaf de stuwwallen de vergezichten (panorama's). De vraag doet zich zelfs voor of ooibossen in uiterwaarden hydrologisch verantwoord zijn bij de tegenwoordige onnatuurlijke waterpiekafvoeren, en of het gehele project niet te 'vroeg' wordt uitgevoerd vanwege het gevaar dat er met het sterk verontreinigde slib veel ongewenste stoffen (zoals zware metalen en organische verbindingen) opgehoopt zullen worden. Het is hier niet de plaats om daarop in te gaan.

2. Beken in zandgebieden

De wording en ligging van veel beken wordt duidelijk, als men die beziet vanuit de vorming van het cultuurlandschap, dus een agrarisch landschap. Als voorbeeld willen we hier de beken in het Winterswijkse landschap behandelen (Van den Brand e.a., 1981; Van de Westeringh, 1984).
Waarschijnlijk hebben daar slechts twee beken een natuurlijke oorsprong, d.w.z. dat ligging e.d. geologisch 'logisch' zijn.
Dat zijn de beide Slinge's: De (Groenlose) Slinge die naar het noorden stroomt en de (Aaltense) Slinge die naar het westen stroomt.
Bijna alle andere beken hebben dat niet. Dat wil zeggen, dat de mens een handje geholpen heeft. Waarom? De meeste beken zijn betrekkelijk jong en ontstonden pas toen er een agrarische noodzaak ontstond. Dat was vaak: afvoer van overtollig water.
Als men uit woongebieden en het cultuurland (enken, essen), het teveel aan water wilde afvoeren, kon dat door dit te leiden naar lager gelegen, niet in cultuur zijnde of minder intensief gebruikte gronden. Vervolgens een verbinding tussen zulke lage terreinen gemaakt, zie daar de geboorte van een 'beek'. Vanwege het feit dat er in Winterswijk, voor Nederlandse begrippen, betrekkelijk grote reliefverschillen voorkomen, kon het water in zulke aangelegde, uiteraard op topografisch de beste plaatsen, maar indien nodig ook op niet-logische plekken, waterlopen gaan stromen en meanderen, eroderen en elders sedimenteren, waardoor ze 'natuurlijk' lijken. Op de gedachte dat het water van sommige beken ook 'rijk' water was, was het systeem van vloeiweiden gebaseerd dat in de vorige eeuw gepropageerd werd (maar dat al veel ouder was) (Zuurdeeg, 1991, a en b). De behoefte om bepaalde gebieden te ontwateren, verlegde zich in de loop der eeuwen naar steeds andere gebieden, naarmate het areaal cultuurland oftewel landbouwgronden uitgebreid moest worden. Dat betekent dan ook dat de beken geheel of gedeeltelijk een verschillende ouderdom zullen hebben. De jongste beken zijn pas ontstaan na de verdeling en ontginning van de marken (de velden) in de vorige en het begin van deze eeuw.
Als we de vorming van het landschap in Winterswijk en dat geldt ook voor de meeste andere zandgebieden in Gelderland, bezien vanuit de agrarische noodzaak om gronden te ontwateren en water af te voeren, dan is de plaats van beken in zandlandschappen veel duidelijker dan wanneer dit geologisch of 'natuurlijk' bekeken wordt. Over zogenaamde molenbeken (sprengen) die een industriële functie hadden, wordt hier verder niet ingegaan. Ook

Fig. 3. De Slinge in Bekendelle, Woold (Winterswijk). Foto W. van de Westeringh.



hun ligging blijkt duidelijk verband te houden met de geologische opbouw van het terrein waarin ze liggen.
Tenslotte nog dit. Een nieuwe trend in het beekbeheer dient zich aan. Was eerst 'bekenverbetering' het rechtrekken of normaliseren van beken ter bevordering van een vlotte waterafvoer, nu is, althans volgens sommigen, 'beekverbetering' het laten kronkelen of meanderen van rechte beeklopen ter verkrijging van natuurlijke beken, ook waar die helemaal niet natuurlijk zijn. Laten we niet klakkeloos achter 'renaturerings'plannen voor beken aan lopen, maar goed achtgeven op de cultuurhistorische achtergrond van beken en beekdalen. Rechtlopende beken behoren bij de landbouwkundige en andere ontwikkelingen van de (19e en) 20e eeuw en zijn derhalve cultuurhistorische landschapselementen.

3. Oudbouwland (essen of engen/enken, kampen)

Hebben de meeste beken, zoals we in het voorgaande gezien hebben, een agrarische achtergrond, zo hebben de essen eveneens een anthropogene achtergrond (Van de Westeringh, 1979; Van den Brand e.a., 1981). In dit geval was het echter niet de factor water, maar de factor bodemvruchtbaarheid die een rol speelde.
De meeste plaatsen waar geregelde of permanente landbouw mogelijk was, hadden helaas veelal een te geringe natuurlijke bodemvruchtbaarheid: dekzand. Dekzand kan maar weinig plantevoedingsstoffen of nutriënten leveren. Dan was er maar één mogelijkheid: nutriënten toevoegen, dat is bemesten. Voor de aanleg van bouwland koos men, zowel in de IJzertijd als in de Middeleeuwen, de plekken uit die relatief de hoogste natuurlijke bodemvruchtbaarheid hadden.
Dat waren o.a. lemige dekzandgronden. Vanuit bodemkundig oogpunt bezien, hebben holtpodzolgronden de voorkeur boven humuspodzolgronden gehad (Poelman, 1973; Kloosterhuis, 1975; Harbers en Rosing, 1983).
Maar ook de hydrologische ligging was belangrijk: niet te droog en niet te nat. Dat waren plaatsen zowel aan de rand van de Veluwe met de Gelderse Vallei, de Betuwe en het IJsseldal als dekzandkoppen en -ruggen in natte zandgebieden. Op die plekken zijn bij bodemkarteringen oudbouwlandgronden of enkeerdgronden gekarteerd. Een vergelijking van de bodemkaart (Poelman, 1973; Kloosterhuis, 1975; Harbers en Rosing, 1983) met de geomorfologische kaart (Stiboka/RGD) laat het verband tussen het voorkomen van deze gronden en de landschappelijke ligging duidelijk uitkomen.
Vanwege de lage natuurlijke bodemvruchtbaarheid en de afvoer van nutriënten met het oogsten, hebben de boeren daarom eeuwenlang moeten zwoegen en zweten om mest te bereiden (Pape, 1966; Domhof, 1953).
Dit deden ze o.a. door heideplaggen, gehaald van de allerarmste gronden, in de stallen te brengen met het doel om zoveel mogelijk mest van de dieren (koeien, schapen) op te vangen.
Maar ..... het was moeilijk om met de plaggen alléén maar heidestrooisel mee te nemen; gemakkelijk kwam er ook zand mee.
Met de plaggen kwam dus ook zand in de stal en met de stalmest dus ook zand op het land.
De organische mest verteerde, maar het zand bleef! In de loop der eeuwen, op veel plaatsen zo'n 800-1000 jaar, is er op deze wijze veel zand op het land terecht gekomen.
Samen met de humus uit de mest is er zo een dikke donkere bovengrond op het oorspronkelijke bodemprofiel ontstaan. Aan die dikke donkere bovengronden, meestal van een zwarte of bruine kleur afhankelijk waar de plag-

Fig. 4. Kiezelgoer (diatomiet) uit het dal van de Renkumse beek. Onderin de gutsboor is veen te zien met daarboven het lichtere kiezelgoer. Als de kiezelgoer droog is wordt zij spierwit. Foto P.C.M. van der Klugt.



gen vandaan kwamen, kunnen deze oude bouwlanden herkend en gekarteerd worden. Van dit eeuwenlang toegepaste, traditionele landbouwsysteem kon men pas afstappen na de uitvinding en toepassing van de kunstmest. Het zeer langdurig toepassen van potstal- of aardmest op de oude bouwlanden heeft evenwel tot gevolg gehad dat zulke unieke plekken als het ware 'geaccentueerd' zijn! Een vergelijking van geologische en de geomorfologische kaarten met de bodemkaart laat dat duidelijk zien. Anderzijds zijn de heidevelden door dit afplaggen verder verarmd, zoals ook de bossen door strooiselroof. Een aspect waarop hier niet ingegaan zal worden, maar dat wel samenhing met die traditionele landbouw in zandgebieden, was het optreden van zandverstuivingen. Soms waren die zo erg, dat ze de oude bouwlanden bedreigden.

4. Delfstoffen

In Gelderland komt veel zand en klei voor, maar het zijn lang niet de enige delfstoffen in deze provincie. Wanneer we voor het gemak de delfstoffen indelen in energiedragers en niet-energiedragers dan komen we een aantal stoffen tegen die nu nog goed verhandelbaar zijn en een aantal dat tegenwoordig economisch niet meer interessant is.

4.1 Energiedragers

Een drietal energiedragers komt in Gelderland aan de oppervlakte of in de ondergrond voor: turf, steenkool en aardwarmte. Aardolie en aardgas zijn tot nu toe niet in winbare hoeveelheden aangetroffen.

4.1.1 Turf

Turf is voornamelijk gewonnen in de zuidelijke Gelderse Vallei aan de westzijde van de Veluwe, tussen Veenendaal en Bennekom (Stol, 1990). Het veenmosveen dat daar voorkwam, leverde uitstekende brandstof. Het gevolg van de turfwinning is geweest, dat daar een compleet ander landschap dan het natuurlijke is ontstaan. Elders in Gelderland is plaatselijk ook turf bereid uit het veen dat aanwezig was in vennen, poelen en andere voorkomens met stagnerend water.

4.1.2 Steenkool

Steenkool is aanwezig op minder dan 1200 meter diepte in de ondergrond van de Achterhoek en het Montferland. In 1930 is in de omgeving van Winterswijk de concessie Gelria verleend voor het winnen van steenzout en steenkool. Tot winning of vergassing onder-gronds is het nog niet gekomen.

4.1.3 Aardwarmte

Aardwarmte wordt niet gewonnen, de ontwikkeling hiervan staat in Nederland nog in de kinderschoenen. Temperaturen van 100° C en hoger komen op ongeveer 3000 meter diepte voor, met maxima onder de Betuwe en de zuidelijke Gelderse Vallei. Om het te kunnen winnen zijn watervoerende lagen nodig waarvan de dikte, porositeit, doorlatendheid en de horizontale uitgestrektheid groot genoeg zijn.
Zandstenen kunnen hieraan voldoen. De combinatie van bruikbare reservoirgesteenten en voldoend hoge temperaturen om tot winning over te kunnen gaan bestaat misschien in de Onder-Permische afzettingen die liggen onder de westelijke helft van de Veluwe. Het ligt overigens in de bedoeling om bij het nieuwe museum op de 'Hoge Veluwe' (het Museonder) gebruik te maken van warmte, die via een warmtewisselaar, gewonnen wordt uit het grondwater.

4.2 Niet-energiedragers

Het aantal delfstoffen dat tot deze categorie behoort is veel groter dan het aantal energiedragers. Om te beginnen zijn er de bouwstoffen klei, zand ,grind, kalk en dolomiet. Dan de ertsen ijzer en goud, vervolgens de zouten en tenslotte een buitenbeentje, het kiezelgoer. De bouwstoffen, de ertsen en het kiezelgoer zijn oppervlaktedelfstoffen, de zouten komen voor in de diepe ondergrond.

4.2.1 Bouwstoffen

Klei, zand en grind zijn in Gelderland oorspronkelijk door rivieren aangevoerd en gedurende het Tertiair en het Kwartair in riviervlaktes of in de toenmalige Noordzee afgezet. De dolomitische kalken zijn veel ouder en dateren uit de Midden-Trias.

4.2.1.1 Klei

Geologisch gezien is klei een gesteente met een korrelgrootte tussen 0 en 2 micrometer, de korrelgroottefractie die ook wel lutum genoemd wordt. Maar klei is ook een mengsel van meer korrelgroottefracties, klei, silt en zand, in bepaalde verhoudingen. Wat korrelgrootte betreft behoort ook keileem tot deze categorie. Voor Gelderland kunnen we ons beperken tot de kleien. De Gelderse kleien worden gebruikt door de grofkeramische industrie voor de vervaardiging van bakstenen en dakpannen.

Voor dit doel komen kleien met een lutumgehalte tussen 17,5 en 35% in aanmerking. Afhankelijk van het gewenste eindproduct worden kleien van verschillende samenstelling en herkomst gemengd. In de stroomgebieden van Maas, Waal, Rijn, IJssel en de Oude IJssel en plaatselijk in de Achterhoek, komen geschikte afzettingen voor. Voor de aanleg van dijken is klei vrijwel onmisbaar, in ieder geval voor de waterkerende dijken. Dat geldt minder voor een moderne dijkvariant, de geluidswal. Na de winning vormen afgetichelde uiterwaarden, kleigaten en kleigroeves goed zichtbare elementen in het landschap.

4.2.1.2 Zand

Zand is net als klei een korrelgroottefractie, in dit geval tussen 63 en 2000 micrometer. Maar zand is ook een textuur-klasse waarin zand, silt en klei in bepaalde verhoudingen voorkomen.
Het is gebruikelijk om zand in een drietal gebruikscategorieën onder te verdelen, ophoogzand, industriezand en zand voor de glasfabricage. De derde groep komt in Gelderland niet voor. De korrelgrootteverdeling van het zand is bepalend voor het gebruiksdoel. Dat betekent dat de fractie, de korrelgroottegroep, die procentueel het hoogst vertegenwoordigd is in het zand, aangeeft of het zand geschikt is voor ophoogzand of voor industriezand. Om het zand nauwkeurig te beschrijven wordt de mediaan van de zandfractie bepaald, meestal de zandmediaan genoemd. In de zandfractie ligt 50% onder de mediaan en 50% erboven. Matig fijn zand, dat zijn vrijwel alle dekzanden en stuifzanden, kan alleen als ophoogzand gebruikt worden, de zandmediaan hiervan ligt tussen de 150 en 210 micrometer. Grof zand is geschikt voor industriezand. Wanneer de zandmediaan boven 300 micrometer ligt is het zand bruikbaar als metselzand. Ligt de zandmediaan boven 500 micrometer dan kan het zand geschikt zijn als betonzand. De grove zanden zijn rivierafzettingen die, met uitzondering van de westelijke en noordwestelijke Veluwe en het oosten van de Achterhoek in geheel Gelderland voorkomen.

4.2.1.3 Grind

Grind heeft een korrelgrootte tussen 2 en 63 mm. Het is op twee manieren aangevoerd in Gelderland. Door snelstromende rivieren (> 90 cm/sec) opgenomen in het achterland en tijdens of vlak na glaciale periodes afgezet, of aangevoerd met het landijs gedurende het Saalien. Dit laatste type grind komt voor in keilemen en is moeilijk te winnen, dus economisch onaantrekkelijk.

Het riviergrind wordt gebruikt in de beton- en cementindustrie en als toeslag in asfalt. Verdere mogelijkheden om grind toe te passen zijn het bekende gebruik in tuinpaden en het minder bekende gebruik in grindbedden voor waterfiltering.

4.2.1.4 Kalk en dolomiet

Bij Winterswijk wordt sinds 1932 dolomitische kalk gewonnen. Het is Muschelkalk uit de Midden-Trias (215 Ma) waarin ongeveer 15% dolomiet voorkomt. Van deze kalk, die werd afgezet in een ondiep marien milieu, wordt jaarlijks tussen 100.000 en 200.000 ton gewonnen om er o.a. landbouwkalk van te maken. Het aandeel van de landbouwkalk is ca. 15% van de jaarlijkse productie. Het grootste deel dient als vulstof in asfalt. Deze winning kan nog een aantal jaren doorgaan gezien de raming dat 6,4 miljoen ton economisch winbaar is (Oosterink, 1986; Peletier en Kolstee, 1986).

4.2.2 Ertsen

Een tweede groep vormen de ertsen. De Gelderse ertsen zijn ijzer en goud. Het ijzer is in winbare hoeveelheden aanwezig geweest, het goud is alleen als sporen aangetroffen.

4.2.2.1 IJzer

Het winbare ijzer kwam in twee vormen voor, als ijzeroer of moerasijzererts en als klapperstenen. Het eerste in beek- en rivierdalen, het tweede in gestuwde afzettingen op de Veluwe. De aanwezigheid van ijzeroer in het dal van de Oude IJssel leidde plaatselijk tot het ontstaan van smelterijen en industrie. Ook als gaszuiveringsmiddel en pigment is ijzeroer toegepast.
De winning van klapperstenen op de Veluwe ten behoeve van de ijzerfabricage kende zijn hoogtepunt in de Middeleeuwen.
Nog steeds zijn sporen van deze winning als sleuven en kuilen in het landschap te zien (Laban, Kars en Heidinga, 1988).

4.2.2.2 Goud

Goud is natuurlijk een spectaculair erts. Het komt zelden voor en vaak nog in zeer lage concentraties. Toch zijn voor de Veluwe concessies verleend, o.a. een in 1598 en een in 1629. Ook later was er af en toe belangstelling voor, echter nooit met gunstige resultaten.

4.2.3 Zouten

Als derde groep in deze reeks delfstoffen komen de zouten. In het oosten van de ondergrond van Gelderland komt steenzout (haliet, NaCl) uit het Zechstein voor. In 1930 werd een concessie, Gelria, verleend voor een gebied even ten noorden van Winterswijk waar ook steenkool in de ondergrond aanwezig is. Om eventuele winning van steenkool daar niet te bemoeilijken mag het zout niet door oplossing gewonnen worden. Tot winning is het nog niet gekomen.

4.2.4 Kiezelgoer

Tenslotte nog een buitenbeentje, het kiezelgoer of diatomiet. Deze delfstof is ook bekend onder de namen kiezelaarde, infusoriënaarde en bergmeel. De stof bestaat uit de kiezelskeletjes van wiertjes (Diatomeeën) die bestaan uit twee elkaar overlappende kleppen met daarop een fijn reticulate structuur. Ze komen voor in zoetwaterafzettingen, vooral die van koude streken. Het warmtegeleidingsvermogen van de kiezelskeletjes is gering zodat het een goede vulling voor wanden van ijskasten was. Het absorptievermogen is erg groot. Het vindt daardoor toepassing bij het maken van dynamiet. Ook in de farmacie wordt het gebruikt en voor de fabricage van poetsmiddelen. De beste kwaliteit kwam uit het dal van de Renkumse Beek, de kiezelgoer van Ugchelen was minder goed.

Landschappelijke gevolgen van de delfstofwinning

Om deze delfstoffen te winnen zijn meestal groeves of afgravingen gemaakt die als littekens in het landschap achterblijven nadat de exploitatie gestaakt is. Een dergelijk aangetast landschap is geen fraai gezicht. Aan de andere kant zijn groeves juist de plaatsen waar geologisch onderzoek plaats kan vinden. Menige mooie steen of fossiel komt immers uit een groeve die regelmatig bezocht wordt, getuige de uitstallingen in tuinen en op schoorsteenmantels. De nadelen zijn natuurlijk niet beperkt tot het uiterlijk van een landschap. Kleine groeves kunnen een landschap pokdalig maken en ongeschikt voor agrarisch landgebruik of bewoning. Grote groeves zijn van invloed op de grondwaterstanden ter plaatse.
Kleine en grote groeves zijn zeer aantrekkelijk om er afval in te gooien, ook al is dat misschien schadelijk voor de kwaliteit van het grondwater. Maar, nietafgewerkte kleiputten van de steenbakkerijen zijn soms zeer waardevolle natuurterreinen voor flora en fauna geworden.

5. Water

5.1 Oppervlaktewater

De invloed van de mens op het oppervlaktewater komt het beste naar voren bij de behandeling van de rivierlandschappen. Door actief ingrijpen in fluviatiele processen, zoals het leggen van dijken, dammen, kribben en stuwen is alleen met hoogwater nog iets waar te nemen van de natuurlijke processen in het Gelderse rivierengebied. Niet alle waterlopen in Gelderland zijn natuurlijk. Sloten, weteringen, sprengen en sommige beken zijn door de mens gegraven.

5.2 Grondwater

De menselijke invloed op het grondwater ook is groot, zowel waar het de kwaliteit betreft, als waar het de beschikbaarheid aangaat.
Het grondwater van Gelderland mag dan aan het oog onttrokken zijn maar dat wil niet zeggen dat het geen belangrijke grondstof is.
Behalve als drinkwater voor mens en dier is het onmisbaar voor de vegetatie. Ook de industrie gebruikt grote hoeveelheden water bij de productie van allerlei goederen van papier tot melk in flessen. Het water wordt niet alleen in procesgangen gebruikt, maar ook als aandrijfkracht al is het dan geen grondwater meer maar stroomt het in een molenbeek.

Sprengen langs de oostrand en de zuidrand van de Veluwe verlagen het grondwaterpeil in hun omgeving. Bij verminderde wateropbrengst werden ze verder het achterland in ingegraven. Hierdoor verdroogde de bovengrond waarvan de vegetatie veel had te lijden.

Het water uit de sprengen kan gebruikt worden om watermolens aan te drijven en is tevens grondstof bij de papierfabricage. De wasserijen langs de Veluwerand danken hun bestaan ook voor een groot deel aan de aanwezigheid van grondwater. Niet alle grondwater is echter bruikbaar voor de was. Er mag geen ijzer in voorkomen, maar dat gebeurt toch regelmatig omdat de ondergrond sterk wisselt in minerale samenstelling. De oorzaak daarvan moeten we zoeken in de ijstijden waarin gletsjers de destijds nog vlak liggende afzettingen tot de huidige Veluwerand opstuwden. Wat in de ondergrond oorspronkelijk boven elkaar gelegen voorkwam, dagzoomt nu naast elkaar in de schubben van de stuwwallen. IJzerrijke en ijzerarme afzettingen liggen naast elkaar waardoor de samenstelling van het water, dus ook het ijzergehalte in de beken wisselt met het brongebied.

De gestuwde lagen in Gelderland heb-

ben een grote invloed op de richting van de grondwaterstromen. Kleipakketten die er in voorkomen kunnen verhinderen dat water recht omlaag wegzijgt naar de diepere ondergrond. Wanneer water verontreinigd is en afstroomt over de ondoordringbare laag naar het laagste punt in de omgeving dan hebben we daar een milieuprobleem. Zeker wanneer de bron van de verontreiniging hoog ligt en zoveel verontreiniging produceert dat de natuurlijke afbraak het niet meer bij kan benen. Kippen- en varkensfokkerijen in de Gelderse Vallei en eendenfokkerijen langs het Veluwemeer hebben of hadden enige bekendheid in dit opzicht.

In veel gebieden in Gelderland is de hand van de mens in het landschap nog steeds te herkennen. Moge dit artikel een bijdrage leveren tot een beter begrijpen en beleven van de vele mooie landschappen die Gelderland rijk is.

Adres van de auteurs:
Vakgroep Bodemkunde en Geologie
Landbouw Universiteit Wageningen
Postbus 37
6700 AA Wageningen

Literatuur

Berendsen, H.J.A., 1986. Het landschap van de Bommelerwaard. Ned. Geografische studies, nr. 10.

Brand, St. H. van den e.a. (1981). Winterswijk, landschap en vegetatie. Deel I: Ontstaan en opbouw van het landschap. Wet. Med. K.N.N.V., nr. 147.

Bruin, D. de e.a., 1987. Ooievaar; de toekomst van het rivierkleigebied. Gelderse Milieufederatie, Arnhem.

Domhof, J., (1953). Strooiselwinning voor potstallen in verband met de profielopbouw van heide- en oude bouwlandgronden. In: Boor en Spade, deel VI, p. 192-303.

Edelman, C.H. e.a., 1950. Een bodemkartering van de Bommelerwaard boven de Meidijk. Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage.

Egberts, H., 1950. De bodemgesteldheid van de Betuwe. Staatsdrukkerij, ,s-Gravenhage.

Harbers, P. en H. Rosing, 1983. Toelichting bij de Bodemkaart van Nederland schaal 1:50.000, blad 41-West en -Oost (Aalten). Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.

Kloosterhuis, J.L., 1975. Toelichting bij de Bodemkaart van Nederland schaal 1:50.000, blad 40-West en -Oost (Arnhem). Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.

Laban, Cees., Henk Kars en Anthonie Heidinga, 1988. IJzer uit eigen bodem. Grondboor & Hamer, jrg. 42, no. 1, p. 1-11.

Mentink, G.J. en J. van Os, 1985. Over-Betuwe: geschiedenis van een polderland, 1327-1977. Walburg pers, Zutphen.

Montfrans, H.M. van, L.W.S. de Graaff, J.M. van Mourik, W.H. Zagwijn, 1988. Delfstoffen en samenleving. Geologie van Nederland, deel 2. RGD, Haarlem/SDU, 's-Gravenhage.

Oosterink, H.W., 1986. Winterswijk, Geologie deel II. De Triasperiode (geologie, mineralen en fossielen). Wet. Meded. K.N.N.V. nr. 178.

Pape, J.C., 1966. Enige gegevens over oude bouwlanden. In: Boor en Spade, deel XV, blz. 86-93.

Peletier, W en H.G. Kolstee, 1986. Winterswijk, Geologie deel I, Inleiding tot de geologie van Winterswijk. Wet. Meded. K.N.N.V. nr. 175.

Poelman, J.N.B., 1973. Toelichting bij de Bodemkaart van Nederland schaal 1:50.000, blad 39-West en -Oost (Rhenen). Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.

Pons, L.J., 1953. Oevergronden als middeleeuwse afzettingen en overslaggronden als dijkdoorbraakafzettingen in het rivierkleigebied. In: Boor en Spade, deel VI, blz. 126-133.

Stiboka/RGD. Enkele voorbeelden van verschenen kaartbladen van de Geomorfologische kaart van Nederland schaal 1:50.000: blad 40-West en -Oost (Arnhem) en blad 41-West en -Oost (Aalten). Stichting voor Bodemkartering, Wageningen en Rijks Geologische Dienst, Haarlem.

Stol, T., 1990. De veenkolonie Veenendaal. Turfwinning en waterstaat in het zuiden van de Gelderse Vallei, 1546-1653, dissertatie U.v.A., Amsterdam/Stichtse Historische Reeks, deel 17.

Verbraeck, A. (1984). Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland 1:50.000, blad Tiel-West en -Oost (39-W en-O). Rijks Geologische Dienst, Haarlem.

Westeringh, W. van de, 1979. De ontwikkeling van het agrarische cultuurlandschap in een zandgebied (Winterswijk). In: Cultuurtechnisch Tijdschrift, 18, 4, blz. 199-210.

Westeringh, W. van de, 1984. Ontstaan, ontwikkeling en ligging van de Winterswijkse beken. In: Geografisch Tijdschrift, Nieuwe Reeks, XVIII, 4, blz. 294-308.

Zuurdeeg, N., 1991. a. Oud-boeren-waterbeheer in de Achterhoek. In: Natuur en landschap in Achterhoek en Liemers, 5, 2, blz. 44-51.

Zuurdeeg, N., 1991. b. Water wijst de weg; samenhangen in het landschap van de Achterhoek. In: Natuur en Landschap van Achterhoek en Liemers, 5, 3/4, blz. 98-106.

Drinkwatervoorziening

F.G. Mulder

**De drinkwatervoorziening is in Nederland wettelijk geregeld. Beschreven wordt de winning van het water uit de diverse bodemlagen.
Door natuurlijke grondstoffen en menselijke bodemverontreiniging, is het water niet direct geschikt voor de consumptie en moet het eerst worden gezuiverd.
Drinkwater uit de bodem geniet de voorkeur boven drinkwater uit oppervlaktewater. In Gelderland is het (nog) verkrijgbaar.**

Inleiding

Er is in Nederland bijna geen huis meer, dat niet aangesloten is op het openbare waterleidingnet. Als we de kraan opendraaien vinden we het vanzelfsprekend dat er goed helder drinkbaar water uit komt. Toch is dit niet altijd een vanzelfsprekendheid geweest. In Nederland is de openbare drinkwatervoorziening in de vorige eeuw begonnen en door de aansluiting van de woningen op het platteland in de laatste 30 jaar voltooid. Het aansluitpercentage is ruim 99%. De openbare drinkwatervoorziening in Nederland is in allerlei wetten en verordeningen geregeld. Zo kennen we de waterleidingwet,