

Waterhuishouding en plantengroei in beekdalen van het Drentse plateau.

door F. Ringenaldus

De oorspronkelijk talrijk van het Drents plateau afstromende beken zijn een karakteristiek element in dit pleistocene landschap. Eens vormden ze het natuurlijke drainagesysteem van de hoge zandgronden in dit gebied, waardoor een groot deel van het neerslagoverschot werd afgevoerd. Het afgevoerde water is een belangrijke faktor geweest in de ontwikkeling van de plantengroei in de beekdalen. Onder invloed van het regelmatig toestromende water waren op veel plaatsen omstandigheden aanwezig, die leidden tot veenvorming. Door de aanwezigheid van ondoorlatende lagen in de ondergrond, zoals keileem en potklei, ontstonden in de bodem verschillende grondwaterstromen, die in de beekdalen als kwelwater tevoorschijn treden. Al naar gelang de lengte van de weg, die het water door de bodem heeft afgelegd en de afzettingen, waarmee het in contact is geweest, hebben deze waterstromen verschillende chemische eigenschappen (KEMMERS & JANSSEN, 1980)

Als gevolg van de wisselwerking tussen de verschillende grondwaterstromen, gekombineerd met het effect van overstromingen met beekwater ontstonden in de beekdalen gradiënten in vochtigheidsgraad en beschikbaarheid van minerale voedingsstoffen. Deze gradiënten hebben niet alleen invloed gehad op de ontwikkeling van de oorspronkelijke vegetatie in de beekdalen, maar waren ook bepalend voor de samenstelling en ruimtelijke verspreiding van de waardevolle halfnatuurlijke vegetaties van rond 1900 (SCHIMMEL 1955, GROOTJANS 1980). Het behouden en waar mogelijk terugkrijgen van deze laatste is één van de doelstellingen in het beheer van de huidige beekdalreservaten. De mate van intaktheid van de waterhuishouding is een belangrijke voorwaarde voor het welslagen van dit beheer.

Geologische opbouw van het landschap

Het Drentse beekdallandschap heeft in belangrijke mate gestalte gekregen in het pleistoceen of 'ijstijdvak'. Vooral de beide laatste ijstijden (Saalien en Weichselien) hebben grote invloed gehad. Tijdens de landijsbedekking in het Saalien werd het toen reeds bestaande Drents plateau met een laag keileem bedekt. Bij het terugtrekken van het landijs kwamen grote hoeveelheden smeltwater vrij, die leidden tot de vorming van smeltwaterdalen. Deze sneden zich plaatselijk diep in, waardoor daar de keileem verdween. De dalen werden weer gedeeltelijk opgevuld met smeltwaterzanden. Tijdens de laatste ijstijd, het Weichselien, werd Nederland niet met landijs bedekt. Door de optredende koude was de ondergrond echter vaak permanent bevroren (permafrost). De met water verzadigde bovengrond kon daardoor op hellend terrein in beweging komen (solifluktie). Dit had tot gevolg, dat materiaal van de hogere gronden – waaronder keileem –, in de laaggelegen beekdalen terecht kwam en daar minder goed doorlatende lagen vormde (DE GANS 1982). Op de hogere gronden zelf was solifluktie vermoedelijk één van de oorzaken van het ontstaan van nieuwe, bovenstroomse dalen (VAN DER HAMMEN 1951). Van het oorspronkelijk aaneengesloten keileempakket bleven door de erosie in veel gevallen slechts 'schollen' over (zie fig. 1). In droge perioden had

de wind vrij spel in het schaars begroeide landschap. Als gevolg daarvan werd dekzand afgezet. Grote delen van de oorspronkelijke dalen werden hierdoor opgevuld en zijn in het landschap nog slechts te herkennen aan het voorkomen van een reeks pingo-ruïnes (DE GANS 1982). In andere delen van de dalen kon het zand worden afgevoerd, waardoor ze konden blijven bestaan. Deze dalen vormden het primaire drainagesysteem in het dekzandlandschap. In latere natte klimaatperiodes is door terugschrijdende erosie in het dekzandoppervlak een secundair drainagesysteem ontstaan (DE VRIES 1980). Dit systeem, waartoe een groot deel van de smalle bovenstroomse dalen behoort, is dus van recentere datum en ligt geheel boven het niveau van de keileem.

Waterhuishouding

Zoals opgemerkt, vormen de beekdalen een natuurlijk drainagesysteem in het pleistocene landschap. Een groot deel van de, in Drente rijkelijk voor handen zijnde, neerslag werd in de natuurlijke situatie via de beekdalen afgevoerd naar zee. Op zijn weg naar het beekdal legt het neerslagwater echter een kortere of langere weg af door de bodem. Als gevolg daarvan ontstaan verschillende grondwaterstromen, die in fig. 1 schematisch zijn weergegeven.

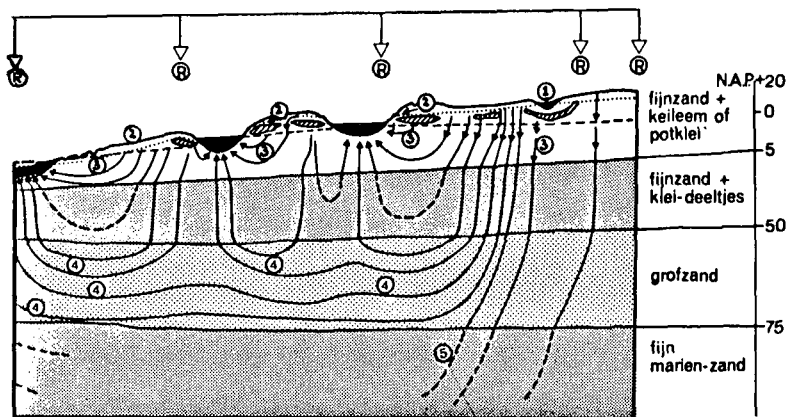


Fig. 1 Geologische opbouw en watertypen in Drenthe.
 R = regenwater,
 1 = stagnerend regenwater,
 2 = oppervlakkig afstromend water,
 3 = ondiep grondwater,
 4 = diep grondwater,
 5 = zeer diep grondwater,
 ● = keileem of potklei,
 ... = stijghoogte ondiep grondwater,
 --- = stijghoogte diep grondwater.
 (gewijzigd naar R.I.D. 1978)

In dit schematisch overzicht hebben we te maken met een vijftal watertypen, die verschillen in samenstelling en in de plaats in het landschap waar ze te voorschijn treden. Bij (1) vinden we regenwater, dat zich kan verzamelen in heidevennen en oorspronggebieden. Het is arm aan voedingsstoffen. Bij (2) vinden we oppervlakkig, vaak over de keileem afstromend water, dat nog steeds relatief arm is aan voedingsstoffen, maar in tegenstelling tot volgende typen wel vaak zuurstofrijk is. Waar de keileemafzettingen onderbroken zijn kan regenwater wegzijgen naar de diepere ondergrond. Een deel van dit water wordt via fijnzandige lagen afgevoerd naar de beekdalen (3). De stroomsnelheid van dit water is geringer dan die van het vorige type. Het is zuurstofarm en relatief rijker aan Calcium en IJzer. Een langere weg wordt afgelegd door het water bij (4), dat door grofzandige afzettingen van tertiaire oorsprong stroomt. Dit water is nog rijker aan Calcium en heeft een hoge pH. De langste weg wordt afgelegd door het water van type (5). Dit stroomt zeer langzaam door afzettingen van mariene oorsprong en is uiteindelijk rijk aan Calcium-, Chloor- en Natriumionen. De invloed hiervan is vermoedelijk echter beperkt tot benedenstroomse gebieden buiten het Drents plateau. Niet aangegeven in de figuur is de faktor overstroming met beekwater, die vooral in de benedenloop aanwezig is. Dit water, dat oorspronkelijk ontstaat als een menging van de hiervoor besproken watertypen, is doorgaans rijk aan voedingsstoffen en slib.

In fig. 1 is tevens te zien, dat van hoog naar laag in het landschap de genoemde waterstromen een verschillend aandeel hebben in de waterhuishouding van het beekdal. Daardoor vinden we stroomafwaarts niet alleen een toename van de hoeveelheid aangevoerd water, die immers uit een steeds groter gebied afkomstig is, maar ook een toename van de invloed van (voedsel-)rijkere

watertypen. Het laatste treedt ook op van beekdalrand naar beek. Als gevolg daarvan kunnen we in de beekdalen een gradiënt aantreffen van voedselarm naar voedselrijk, die zowel parallel aan de beek (lengtegradiënt) als dwars op de beek (dwarsgradiënt) tot uiting komt (GROOTJANS 1980). Deze wordt nog versterkt door de invloed van overstromingen met voedselrijk beekwater, die naar de beek toe en stroomafwaarts toeneemt (SCHIMMEL 1955).

Veeenvorming

Vanwege de grote toevoer van water is in de beekdalen veenvorming op gang gekomen. Deze is op veel plaatsen al gestart in het Boreaal, maar vond zijn hoogtepunt in de meer vochtige klimaatsomstandigheden van het Atlanticum (DE GANS 1981). De vorming van veen is gestopt door de ingrepen van de mens in de waterhuishouding, die verderop nog besproken zullen worden. Hoe deze veenvorming precies in zijn werk is gegaan is nog een punt van discussie. Zoals door BAKKER (in dit nummer) is opgemerkt, is het voorkomen van houtresten in het veen en de aanduiding 'broek' in veel oude benamingen aanleiding om te veronderstellen, dat grote delen van de beekdalen begroeid zijn geweest met broekbos. Daar echter de houtresten vaak gevonden worden op plaatsen waar een dun veenpakket uitwigt tegen de zandondergrond en genoemde benamingen met 'broek' zich vaak beperken tot smalle bovenstroomse dalen, laten deze gegevens ook ruimte voor een andere opvatting.

Aan de hand van, in Oost-Duitsland en Polen nog voorkomende, bijna natuurlijke beekdalvegetaties zijn onderzoekers daar ter plekke tot theorieën over de veenvorming in beekdalen gekomen, die meer de nadruk leggen op de ontstaanswijze van dat veen onder invloed van het toestromende

water (SUCCOW 1971, KULCZYNSKI 1949, verg. ook BAAIJENS 1981). Volgens hen heeft in grote delen van de beekdalen oorspronkelijk autonome veenvorming overheerst. Kenmerkend voor deze vorm van veengroei is een los-gelaagde veenafzetting met een klein soortelijk gewicht. Deze kan als een spons fungeren en het toestromende water opnemen, zodat de grondwaterspiegel zelfs boven die van de omgeving kan komen te liggen. Onder deze omstandigheden kan een voortdurende groei van het veen plaatsvinden, die nauwelijks beïnvloed wordt door overstromingen of uitdroging.

Een ander aspekt van de sponswerking van het veen is het feit, dat het oppervlak op en neer gaat met schommelingen van de grondwaterstand. Hierdoor kan zich in de oppervlaktelaag van het groeiende veen een eigen waterhuishouding instellen, die vergelijkbaar is met die in kraggevorming in een verlandingssituatie. In deze mikrowaterhuishouding spelen zowel het regenwater, dat zich bovenop kan verzamelen, als het van onderen steeds ververste voedselrijkere kwelwater een rol. VAN WIRDUM (1979) noemt deze situatie poikilootroof.

In de vegetaties die onder deze omstandigheden zijn aan te treffen spelen soorten uit de klasse der

kleine zeggen, *Parvocaricetea* (WESTHOFF en DEN HELD 1969), een overheersende rol. Het zijn meest oppervlakkig wortelende zeggen en kruiden, vergezeld van een grote rijkdom aan mossen, die een beweeglijkheid van de oppervlaktelaag van het veen toelaten, deze niet 'verankeren' aan de ondergrond. De soortsaamenstelling van deze vegetaties bevestigt de overeenkomst met bepaalde stadia uit de verlanding. In Oosteuro-pese literatuur beschreven beekdalvegetaties met Draadzegge (*Carex lasiocarpa*), Ronde zegge (*Carex diandra*), Parnassia (*Parnassia palustris*), Sturmia (*Liparis loeseli*), en in de moslaag Sikkelmos (*Drepanocladus*), Puntmos (*Calliergon* en *Calliergonella*) en veenmos-soorten (*Sphagnum*), vinden we ook terug in beschrijvingen van SEGAL (1966) en KUIPER (1958) van het plassengebied in Noord-West Overijssel, waar eveneens uit Drente afkomstig kwelwater tevoorschijn treedt. Anders dan bij de verlanding echter, waar op het moment dat de aangroeiende kragge contact krijgt met de ondergrond een successie in de richting van broekbos plaatsvindt, kon de vegetatie met kleine zeggen in de beekdalen in stand gehouden worden door de konstante aanvoer van kwelwater. Deze ontwikkeling wordt bevestigd door onderzoek aan

Patronen in beekdalvegetaties. Duidelijk zijn zones te onderscheiden in de gradiënt van dalrand naar beek.

(foto A. P. Grootjans)



veenprofielen wat dicht bij huis, in Noord-West Duitsland, waar vaak metersdikke lagen zeggeveen of hypnaceën (slaapmossen)-zeggeveen worden aangetroffen (GROSSE-BRAUCKMANN 1976, SCHWAAR 1978).

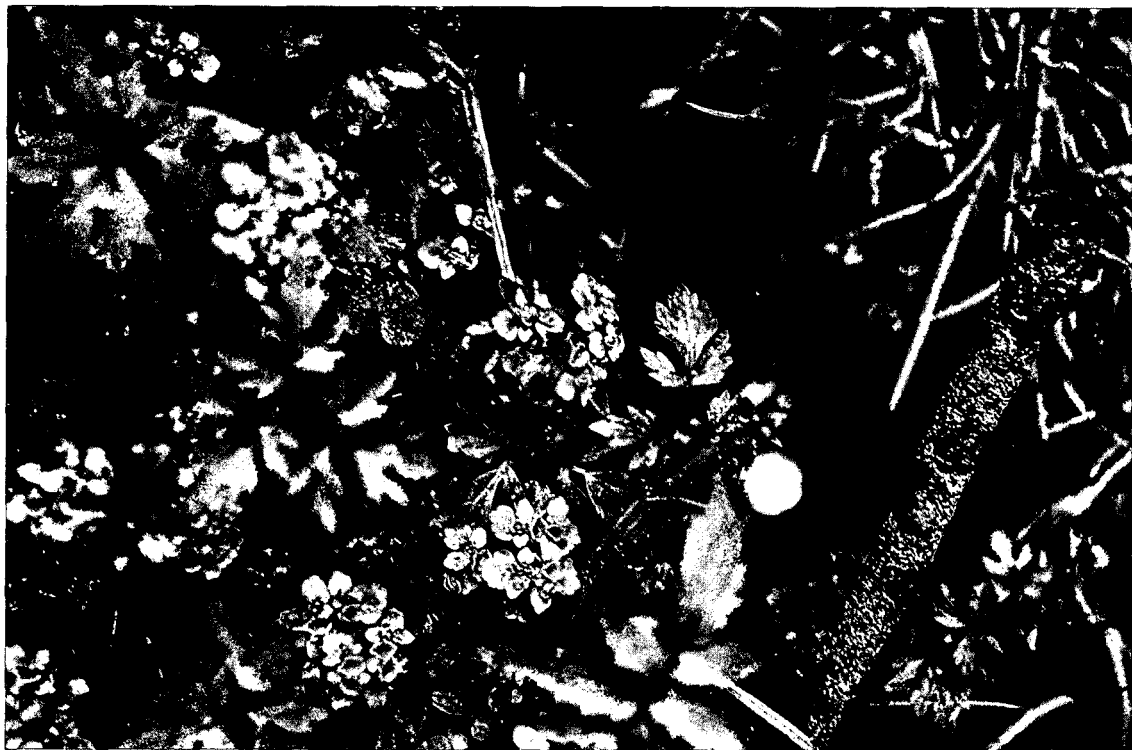
Het hierboven geschetste beeld zou wel eens karakteristiek geweest kunnen zijn voor grote delen van het middenloopgebied en kleinere delen van het boven- en benedenloopgebied. Zoals echter al is aangegeven, kan met name in de bovenloop-situatie, maar ook langs de randen van het beekdal ook sprake zijn geweest van de vorming van broekbos. Bij de geringere en minder konstante aanvoer van water op deze plaatsen kon regelmatig uitdroging van het dunne veenpakket plaatsvinden. De boomopslag, die onder deze omstandigheden plaats had, is vermoedelijk aanleiding geweest tot het bij BAKKER in dit Natura-nummer geschetste beeld.

In de benedenloopsituatie tenslotte moeten uitgestrekte vegetaties van riet en grote zeggen het beeld beheerst hebben. Deze danken hun voorkomen aan de regelmatig en vaak langdurig voorkomende overstromingen met voedselrijk beekwater. Daarbij werd vaak ook nog slib afgezet, zodat een dichtgelaagd en soortelijk zwaar veentype gevormd werd. Het met kwelwater doorstroomde sponsachtige veen kwam hier nauwe-

lijks voor. De ophoping van voedingsstoffen via overstromingswater, slib en oppervlakkige uitdroging tijdens het droge jaargetijde was hier de aanleiding tot het voorkomen van voedselrijke vegetaties met vooral grote zeggen, zoals Scherpe zegge (*Carex acuta*), Blaaszegge (*Carex vesicaria*) en grote grassen, zoals Rietgras (*Phalaris arundinacea*) en Liesgras (*Glyceria maxima*). Mossen hebben in deze vegetaties nauwelijks een rol gespeeld. Overstromingen hebben zich van nature in mindere mate ook in de middenloop voorgedaan. Ze waren daar echter beperkt tot een zone langs de beek. Ook daar zullen oorspronkelijk grote-zeggen-vegetaties aan te treffen zijn geweest.

Tenslotte moeten we nog vermelden, dat zich in grote delen van het stroomgebied, maar vooral in de middenloop, situaties kunnen hebben voorgedaan, waar door een sterk reliëf het water langs de rand van het beekdal onder druk uittrad. Hier zijn kwelvenen ontstaan, die vermoedelijk bestonden uit een wisselend optreden van elzenbronbos met Bittere veldkers en Verspreidbladig goudveil (*Cardamine amara* en *Chrysosplenium alternifolium*) en vegetaties, die gedomineerd werden door Pluimzegge (*Carex paniculata*). De hogere gronden rondom de beekdalen waren oorspronkelijk begroeid met bos, dat op de arme dekzandgronden vermoedelijk grotendeels uit eiken-berkenbos heeft bestaan.

Verspreidbladig goudveil in een bronbosje op lokaal uittredend kwelwater. (foto: A. P. Grootjans)



Veranderingen onder invloed van de mens

De invloed van de mens op de vegetatie in de beekdalen is ingrijpend geweest. Tot één van de eerste ingrepen in het landschap is vermoedelijk het rooien van de bossen op de hogere gronden te rekenen. Door het wegvallen van de bufferende werking van de bosbegroeiing en later ook de hoogvenen werd het neerslagoverschot in natte tijden sneller afgevoerd. Hierdoor namen in de beekdalen de regelmatig overstromde gebieden in oppervlakte toe, ten koste van de kleine-zeggen-vegetaties, die werden teruggedrongen tot kleine delen van midden- en bovenloop.

In een volgende fase vonden de ingrepen in de beekdalen zelf plaats. In de bovenlopen en oorspronggebieden werd het bos gerooid en oppervlakkig ontwaterd. Aansluitend op de, op de hogere zandgronden intussen ontstane droge heiden vonden we hier toen natte heiden, borstelgraslanden en vegetaties met Veldrus (*Juncus acutiflorus*), die onder invloed stonden van het oppervlakkig over de keileem afstromende water.

De nog aanwezige kleine-zeggen-vegetaties in boven- en middenloop werden licht ontwaterd en gemaaid. Dit beheer, dat op veel plaatsen eeuwenlang zou worden voortgezet, leidde tot het ontstaan van de befaamde blauwgraslanden. Hierin kwamen een aantal soorten tot bloei die oor-



De Bosbies, kwelindicator bij uitstek. (Dia Lab. v. Plantenoecologie)

Watermunt (foto: Jan van Eijk)



spronkelijk al aanwezig waren in de kleine-zeggen-vegetaties: Vlozegge (*Carex pulicaris*), Parnassia en Tweehuizige zegge (*Carex dioica*), aangevuld met meer specifieke blauwgraslandsoorten, zoals Blonde zegge (*Carex hostiana*), Blauwe zegge (*Carex panicea*) en Spaanse ruiter (*Cirsium dissectum*). Deze soorten konden zich handhaven, zolang niet te sterk werd ontwaterd en de veraarding van het veen beperkt bleef. Ook het gebruik als niet-bemest hooiland droeg bij aan de verschraling. Een ander deel van de oorspronkelijke kleine-zeggen-vegetaties werd vermoedelijk onderworpen aan een andere beheersvariant. Daarbij werden door middel van stuwen in de beek kunstmatig overstromingen opgewekt, die door de slibafzetting tot een zekere mate van bemesting leidden. Gekombineerd met lichte ontwatering in de zomermaanden en een maai-beheer zijn hierdoor op vele plaatsen de bloemrijke hooilanden, behorende tot het Dotterbloemverbond (*Calthion palustris*) ontstaan. Karakteristiek daarvoor zijn de kleurige bloeiwijzen van o.a. Dotterbloem (*Caltha palustris*), Echte koekeksbloem (*Lychnis flos-cuculi*) en Moerasvergeet-mij-nietje (*Myosotis scorpioides*).

Afhankelijk van de invloed van verschillende kwelstromen kunnen nog andere soorten het

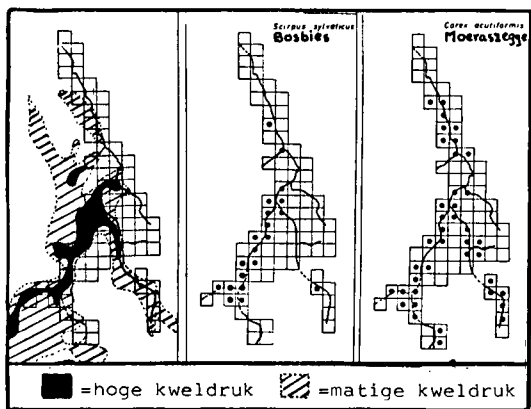


Fig. 2. Gebieden met potentiële kwel van diep grondwater en de verspreiding van Bosbies en Moeraszegge in het Drentse A gebied. (naar Grootjans 1982)

aspekt gaan bepalen. Waar langs de Drentse A bijvoorbeeld de invloed van ijzerrijk kwelwater nog groot is, kan lokaal de Bosbies (*Scirpus sylvaticus*) massaal optreden en bepaalt de Moeraszegge (*Carex acutiformis*) het aspekt in de hooilanden. De verspreiding van deze soorten vertoont een duidelijk verband met de genoemde watertypen (fig. 2). Waar overstromingen meer op de voorgrond treden heeft eenzelfde type beheer geleid tot een Calthion-vorm met Waterkruiskruid (*Senecio aquaticus*), waarin vermoedelijk ook de zeldzame Noordse zegge (*Carex aquatilis*) thuis-hoort.

In de benedenloop zijn de karakteristieke grote-zeggen-vegetaties lange tijd voor een groot deel in stand gebleven. Met name Rietgras- en Liesgras-vegetaties zijn altijd van nature hoogproductieve hooilanden geweest. Waar ze voor een deel ontwaterd zijn, hebben ze plaatsgemaakt voor de al beschreven vorm van de dotterbloemgemeenschap met Waterkruiskruid.

Ook de hier en daar, vooral in midden- en bovenloop, optredende kwelvenen zijn in het Drentse A-gebied deels in stand gebleven.

De situatie van rond 1900

Als gevolg van de beschreven veranderingen in de vegetatie, onder invloed van een eeuwenlang extensief gebruik, waren de potentieel in het landschap aanwezige gradiënten vermoedelijk rond de eeuwisseling optimaal ontwikkeld. Afhankelijk van de plaats in het beekdal konden vegetaties als droge heide (*Genisto-Callunetum*), natte heide (*Ericetum*), Borstelgrasland (*Violon caninae*), Kleine zeggen (*Caricetum curto-echinatae*), Blauwgrasland (*Cirsio-Molinietum*), Dotterbloem-hooilanden (*Calthion*) en Grote zeggen

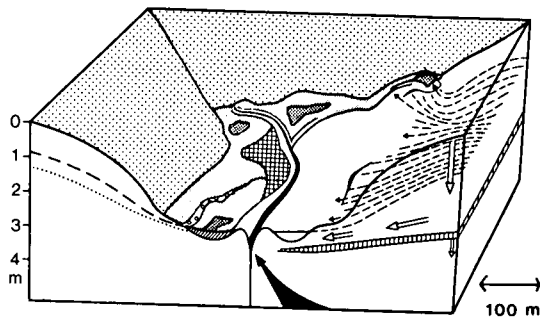


Fig. 3. Schematische weergave van vegetatietypen en waterhuishouding in een oorspronggebied rond 1900.

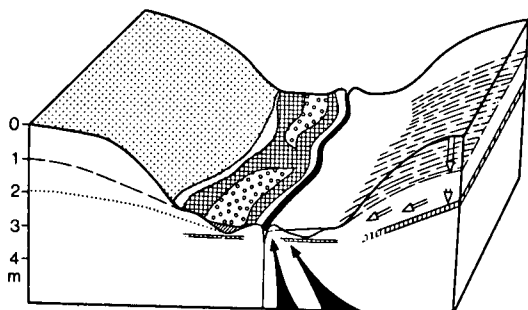


Fig. 4. Idem, bovenloopgebied. (naar Grootjans 1980).

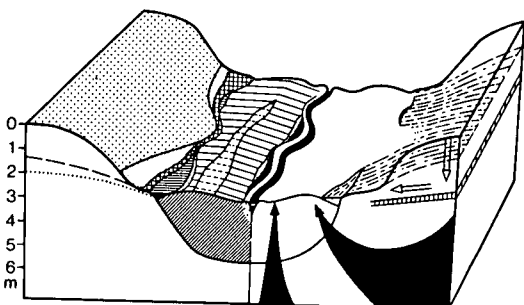


Fig. 5. Schematische weergave van vegetatietypen en waterhuishouding in middenloopgebied rond 1900.

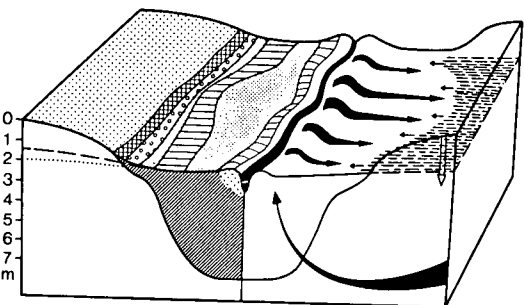


Fig. 6. Idem, benedenloopgebied. (naar Grootjans 1980).

-  = Droge heide (Struikheide)
-  = Natte heide (Dopheide)
-  = Natte heide met veenmossen
-  = Borstelgrasland
-  = Schraalland met Veldrus/blauwgrasland
-  = Kleine zeggevegetaties
-  = Vegetaties met Pluimzegge
-  = Vegetaties met Noordse zegge
-  = Kamgrasweide
-  = Dotterbloemvegetaties
-  = Grote zeggevegetaties
-  = Grondwaterstand in winter
-  = Grondwaterstand in zomer
-  = Veen
-  = Keileem, potklei

Legenda figuren 3-6.

De, in de rechter helft van de figuren getekende pijlen geven een indruk van het aandeel van de verschillende waterstromen in het systeem.

Waterdrieblad en Snavelzegge, een vermoedelijk oorspronkelijk element in beekdalvegetaties. Opname gemaakt in oorspronggebied van de Treene, nabij Flensburg. (foto: A. P. Grootjans)

(*Magnocaricion*) in deze gradiënt een rol spelen. Rekonstrukties van deze vegetatiegradiënten zijn uitgewerkt door SCHIMMEL (1955) en GROOTJANS (1980). De resultaten van de laatste zijn weergegeven in de figuren 3, 4, 5, 6.

Veranderingen in deze eeuw

Vanaf ongeveer 1900 was kunstmest het middel bij uitstek om een hogere produktie in de eens schrale graslanden op gang te brengen. Om die verhoogde produktie te kunnen oogsten, maar ook om vroeger in het seizoen de madelanden begaanbaar te maken, was een steeds verder gaande ontwatering van de veengronden nodig. In de dalen, zowel als op de hogere gronden werden daarom steeds diepere sloten gegraven, om het neerslag- en kwelwater snel af te voeren. Op veel plaatsen in de beekdalen nam de kweldruk af, waardoor een steeds verdere afbraak van de gradiënten in het beekdal plaatsvond. Het beeld van de beekdalen werd meer en meer beheerst door hoog-’produktieve graslanden, waarin slechts enkele soorten domineren, zoals Kamgras (*Cynosurus cristatus*), beemdgrassen (*Poa pratensis* en *Poa trivialis*) en Engels raaigras (*Lolium perenne*). Soorten van de oorspronkelijk natte en gema-





Dotterbloemen (foto: Jan van Eijk)

tigd voedselarme milieus werden vaak alleen nog in slootjes aangetroffen: Snavelzegge (*Carex rostrata*), Sterzegge (*Carex echinata*) en uiteindelijk ook Dotterbloem en Pinksterbloem (o.a. DE LEEUW 1982).

Behoud

Om te behouden wat er over was en, waar mogelijk, een deel van de oorspronkelijke ('1900')-toestand te herstellen, zijn de laatste 20 jaar steeds meer gebieden aangekocht. In de meeste gevallen wordt in deze terreinen een beheer van maaien en afvoeren toegepast om aan te sluiten bij het vroegere hooilandbeheer en te komen tot een terugdraaien van de vaak hoge bemestingsgraad in de graslanden. Getuige de gegevens van BAKKER heeft dit op een aantal plaatsen goede resultaten opgeleverd. Ingrepen in de waterhuishouding in heden en verleden beperken echter vaak de mogelijkheden. Vooral de ontwateringstoestand van het veen en de daarmee gepaard gaande mate van veraarding spelen hierbij een grote rol. Een beheer, gericht op verschraling, kan in belangrijke mate te niet worden gedaan door een sterk veraardend veenpakket, waarin grote hoeveelheden voedingsionen vrijkomen.

In de waterhuishouding van de beekdalen speelt het totale stroomgebied van zo'n beek een rol. Dit heeft tot gevolg, dat met de aankoop van gebieden, deze nog lang niet zijn veiliggesteld. Het Stroomdallandschap Drentse A bijvoorbeeld gaat bestaan uit zo'n 3000 ha van het totaal 30.000 ha grote stroomgebied. Via de faktor water werken

ingrepen in het gehele gebied door in het beekdal. Voor een optimaal beheer zal daarom binnen het totale stroomgebied een verdere ombuiging van de waterkringloop moeten worden tegengegaan.

Adres van de auteur:
F. Ringenaldus

LITERATUUR

- BAAIJENS, G. J., J. J. BARKMAN & W. A. CASPARIE 1981. Rapport over het Witterveld. Manuscript.
- GANS, W. DE 1981. The Drentsche Aa Valley System. A study in quaternary geology. Rodopi Amsterdam.
- GROOTJANS, A. P. 1980. Distribution of plant communities along rivulets in relation to hydrology and management. In: Wilmanns, O. & R. Tüxen 1980. Epharmonie. Cramer Vaduz.
- GROOTJANS, A. P. & J. G. VAN DER MADE 1982. Waterwinning, natuurbehoud en landbouw in Drente. H20 13: 331-337.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. 1976. Zum Verlauf der Verlandung bei einem eutrophen Flachsee. II Die Sukzessionen, ihr Ablauf und ihre Bedingungen. Flora 165: 415-455.
- HAMMEN, TH. VAN DER 1951. Late glacial flora and periglacial phenomena in the Netherlands. Leidse Geol. Meded. 17: 71-183.
- KEMMERS, R. H. & P. C. JANSSEN 1980. De invloed van chemische factoren in grondwater en bodem op enkele vegetatietypen in het CRM-reservaat 'Groot Zandbrink'. ICW-nota 1181 Wageningen.
- KUIPER, P. J. C. 1958. Verlandingsvegetaties in N.W.-Overijssel. Kruipnieuws 20: 1-19.
- KULCZYNSKI, S. 1949. Peat-bogs of Polesie. Mem. Acad. Pol. Sci. Lett. B15.
- LEEUW, J. DE 1982. Vegetatieontwikkeling in dichtgroeende veensloten in het Drentse A-gebied. De Levende Natuur (in druk).
- RIJKS INSTITUUT VOOR DRINKWATEROORZIENING 1978. Regionaal geohydrologisch onderzoek in de provincie Drenthe. Voorburg.
- SCHIMMEL, H. 1955. De Drentse beken en beekdalen en hun betekenis voor natuurwetenschap en landschapsschoon. SBB Utrecht.
- SCHWAAR, J. 1978. Wiederherstellung von Feuchtbiotopen. Zeitschr. f. Kulturtechnik u. Flurbereinigung 19: 225-234.
- SEGAL, S. 1966. Ecological studies of peat-bog vegetation in the North-Western part of the province of Overijssel. Wentia 15: 109-141.
- SUCCOW, M. 1971. Die Talmoore des nordostdeutschen Flachlandes, ein Beitrag zur Charakterisierung des Moortyps 'Niedermoor'. Arch. Naturschutz u. Landschaftsforschung 11: 133-168.
- VRIES, J. J. DE 1980. Inleiding tot de hydrologie van Nederland. Rodopi Amsterdam.
- WIRDUM, G. VAN 1979. Trophiegradiënten in een kraggelandschap. H20 12: 46-57.