

Het grootste deel van Holland is ooit bedekt geweest met veen. Met de huidige veenweiden als voorbeeld is eerst verondersteld dat dit ontoegankelijke laagvenen zijn. De vraag is dan hoe deze tijdens de ontginningen zo laag ontwaterd zijn, dat zelfs de historisch geconstateerde verbouw van granen mogelijk is. In 1929 constateert Polak echter dat de Hollandse venen in feite verdrongen hoogvenen zijn, want in boringen rond Amsterdam worden dikke lagen veenmosveen gevonden. In een groot deel van midden Noord-Holland blijkt hoogveen voor te komen (Polak, 1929, p. 178, Pons en Wiggers, 1960, p. 31). Deze veensoort geeft ook de oplossing van het ontwateringsvraagstuk, want hoogveen kan in grote koepels meters boven het grondwater uitgroeien en is dus met sloten eenvoudig te ontwateren. De aanwezigheid van uitgestrekte hoogveenkoepels, die eerst ontgonnen en later verveend worden, is daarom de heersende opvatting geworden. Er blijft echter een aantal problemen, zoals het voorkomen van woud-namen bij de ontginningen. Op hoogveen groeit geen woud, daarvoor is het te voedselarm en vooral te zuur. Dit artikel gaat de argumenten nog eens na voor uitgestrekte hoogveenkoepels rond de Oude Rijn. Het zal blijken dat de argumentatie minder overtuigend is dan wordt aangenomen en dat laagveen een grotere rol heeft gespeeld in het Rijnlandse veengebied.

Veeenvorming

Plantenresten worden binnen enkele jaren afgebroken tot humus. Deze humus wordt vervolgens afgebroken tot eenvoudige moleculen in een tempo van ruwweg 2% per jaar, waarbij de voedingsstoffen (mineralen) van de voormalige planten weer vrij komen (mineralisatie). Onder water worden plantenresten ook omgezet in humus (veen) en gemineraliseerd, maar in veel langere tijd en met andere eindproducten. Het veen stapelt hierdoor op en veroorzaakt het verlanden van plassen, door rietgroei in dieper water (rietveen), daarna zeggeplanten in ondiep water (zeggeveen) en uiteindelijk bomen op drogere grond (bosveen). Dit is laagveen, dat ontstaat in het voedsel- en kalkrijke water van overstromingen vanuit een rivier. Bij verbranding heeft laagveen een hoog as-gehalte, dat vooral bestaat uit de mineralen van de oorspronkelijke planten. Dichtbij rivieren of kreken kan er ook bijmenging van klei zijn.

Als de grond zo hoog wordt, dat het buiten bereik komt van de rivier, dan ontstaat hoogveen door de groei van veenmos, dat kan leven van de geringe voeding in regenwater. Hoogveen kan water vasthouden waardoor het veen tot vijf-zes meter hoogte boven het rivierpeil kan doorgroeien in koepels met afmetingen van vele kilometers. Dit veenmosveen is behalve voedselarm ook zuur en beiden maken de groei van veel planten en bomen onmogelijk. Door de geringe hoeveelheid mineralen is het asgehalte laag. Hoogveen kent meestal twee lagen: de onderste laag is sterk vergaan en wordt oud hoogveen genoemd. De laag daarboven tot het maaiveld is minder vergaan en wordt jong hoogveen genoemd. De oorzaak van dit verschil is het ontstaan in een minder of meer nat milieu.

De planten die het veen vormen groeien in een voedselrijk (eutroof: riet, bos met els en wilg), matig voedselrijk (mesotroof: zegge, bos met berk) of voedselarm milieu (oligotroof: veenmos, heide).

Zodra veen boven water komt, gaat het alsnog snel mineraliseren (oxidatie), droogt het in (krimp) en drukt het door zijn gewicht het veen onder water in elkaar (klink), waardoor het maaiveld daalt. Na ontwatering zakt het veen de eerste jaren vooral door klink en krimp en daarna alleen door oxidatie.

In de Rijnstreek ligt een laag veen van 4-5 m dik op de Calais-III kleilaag (nu op 4-5 m -NAP). De veenvorming is dus begonnen circa 3500 v.C. (4800 BP) bij een zeeniveau van circa 3,5 m -NAP (Zagwijn, 1991).

De ontginningen

De huidige opvatting is dat bij ontginningen in het rivier- en veengebied de eerste bewoners zich vestigen op de rivier- en kreekoevers. Deze oevers liggen niet alleen hoog en droog maar bestaan ook uit voor landbouw geschikte klei of zavel. Van daaruit begint men met de ontginning van de achterliggende hoogveen door een beperkt deel met sloten te ontwateren. Veen zakt na het ontwateren door klink en oxidatie waardoor het op den duur te nat wordt en men een volgend stuk moet ontginnen. Men klimt als het ware tegen de hoogveenkoepel op, die onder hun voeten inzakt. Oorspronkelijk mag men zover in het veen doorgaan als men kan, maar uiteindelijk worden daaraan grenzen gesteld en worden ontginningen uitgegeven met een vaste lengte (Van der Linden, 1956). Als men aan het einde van de ontginning aankomt is het achtergebleven lage veen weinig waard en wordt het afsteken tot turven aantrekkelijk. Na het midden van de

¹ Een verkorte versie van dit artikel is verschenen in het Historisch Geografisch Tijdschrift 2003. Hieraan zijn later de resultaten van archeologisch onderzoek in Nieuwveen toegevoegd (zie noot 3).

16e-eeuw gaat men over tot het wegbaggeren onder het grondwater, uiteindelijk meters diep (Ibelings, 1996).

Bosveen is in die visie vanwege het hoge asgehalte voor turfwinning ongeschikt, zodat in Rijnland alleen het hoogveen wordt weggraven en het bosveen achterblijft langs rivieren en krekken. De oorspronkelijk door Pons ongekarteerde uitgegraven veengebieden worden daarom in latere kaarten opgevuld met hoogveen, dat op die manier een enorm massief wordt, een waterscheiding tussen de Rijn en het IJ en tussen de Rijn en de Maas. De aanwezigheid van hoogveen is dus gebaseerd op een aantal veronderstellingen, namelijk dat alleen hoogveen geschikt is voor turf, dat op hoogveen graanteelt mogelijk is en dat laagveen niet boven het rivierniveau kan uitgroeien en dus te nat is voor graanteelt.

Veensoort en turfwinning

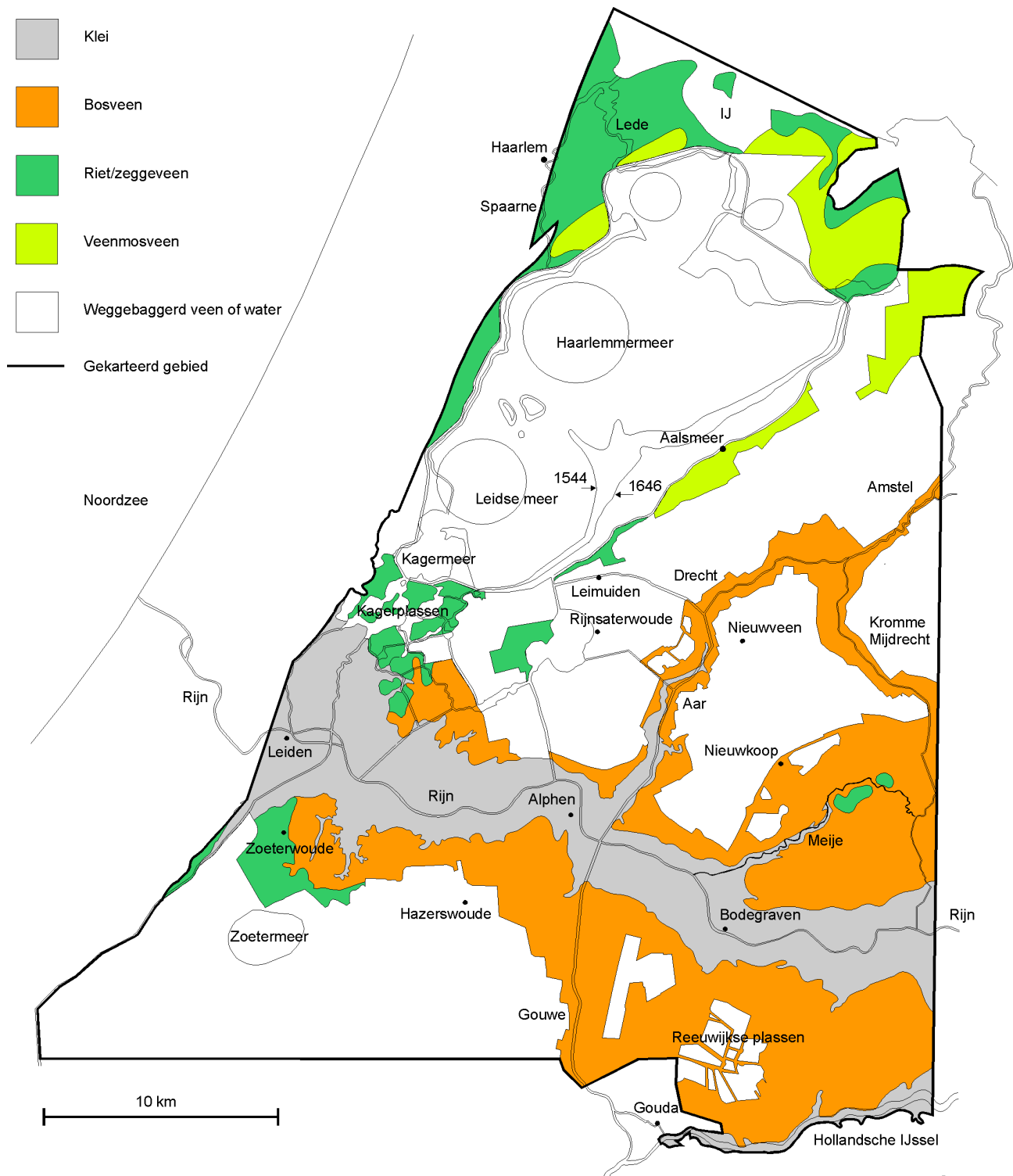
Het is niet juist dat bosveen ongeschikt is voor turven. Nog in het midden van de vorige eeuw wordt ook het laagveen gebruikt, dat zich onder de Drentse hoogvenen bevindt: rietveen en bosveen voor huisbrand en aanmaakturf, oud hoogveen als fabrieksturf en jong hoogveen als tweede soort fabrieksturf. Bosveen heeft hier wel weinig waarde, maar dat komt door het houtgehalte en de losse structuur. Het hoge asgehalte vermindert wel de waarde maar wordt voor de toepassing als huisbrand niet hinderlijk geacht. Het rietveen is zeker geschikt en wordt, zoals in de laagvenen, tot bagger-, of korte turf verwerkt (Tousijn en Hamaker, 1945, p. 7-8, 21, bijl. 1).

Misschien komt dit overeen met een opmerking van Le Francq van Berkhey uit de 18e eeuw, dat de plaggeturf (hoogveen) uit Friesland en Groningen in grote hoeveelheden wordt gebruikt in de Hollandse fabrieken, maar dat de stedelingen in Friesland, Groningen en Amsterdam de baggerturf of zwarte turf uit Groningen, Overijssel en Holland gebruiken (Le Francq van Berkhey, 1779, p. 22). Hij noemt wel eenentwintig soorten turf, waaronder goede bosturf. In Hazerswoude stapelen de boomstronken uit het goede veen zich roede na roede op, dus wordt hier bosveen gewonnen (Le Francq van Berkhey, 1771, p. 616, 444, 455).

Aan de top staat de beste Hollandse baggerturf: zwart en zwaar. Uit zijn beschrijving blijkt niet van welke planten dit veen afkomstig is, ondanks het feit dat Le Francq van Berkhey dit bij andere veensoorten wel vermeld en een groot deel van zijn artikel een zoektocht is naar het ontstaan van turf. Blijkbaar is het veen zo sterk vergaan, dat daarin de oorspronkelijke plantenresten niet meer herkenbaar zijn. Hij vermeldt wel, dat onder het vergrootglas resten van mossen zichtbaar zijn, maar die kunnen volgens hem ook van andere planten afkomstig zijn, terwijl hij vaak de wortels van waterplanten aantreft. De uitgebreide chemische onderzoeken die Le Francq van Berkhey en de medisch student Ten Haaff uitvoeren geven meer aanwijzingen: het beste veen heeft een hoog asgehalte van 4,5-6% (hoogveen 2-8%, laagveen 5-30%). Deze as bevat veel "kalkaarde" (hoogveen 0,2-0,5%, laagveen 1,4-7,5% calcium), ijzerdelen (hoogveen 0,3-0,7%, laagveen 0,8-3,9%) en steenachtige- of kleidelen. Ook vermeldt hij de hoge zwaveligheid, want: "hoe menig arbeidsman gnort zyne huiswaardin niet toe, als zy den bitteren rook onagtzaam in den melkpot laat slaan terwyl een kluitje roet zyne gretige maag een afkeer van gezonde spys doet krygen?" (hoogveen 0,1-0,4%, laagveen 0,07-2,3% zwavel). De grote hoeveelheden van voorgaande stoffen wijst op laagveen. Dat hoogveen een andere samenstelling heeft is Le Francq van Berkhey wel bekend, want van plaggeturf van mos stelt hij vast dat ze juist zeer zuur is, zonder kalk"gesting" (Le Francq van Berkhey, 1771 488, 508 e.v., 544; Overbeck, 1975, p. 54). In het 18e-eeuwse Holland wordt dus laagveen als beste turf gebaggerd.

Nu ontstaat veen onder water, terwijl bomen op het droge groeien. Bosveen ontstaat daarom in grond die een deel van het jaar droog is en deel van het jaar nat. Het is daardoor sterk veraard, waarbij de oorspronkelijke takken en bladeren soms niet meer herkenbaar zijn (Van Heuveln, 1966, p. 25). De kwaliteit van veen lijkt vooral te worden bepaald door de vorm en de manier van branden, want de energie en prijs per gewicht liggen niet zover uit elkaar (Horch, 1942, p. 53). Men kan zich voorstellen dat in fabrieken turf nodig is die snel brandt en dus een hoog vermogen heeft. Voor huisbrand moet een turf lang gloeien. Le Francq van Berkhey roemt dan ook de "vaste kool". De ultieme test is de huisvrouw die een veenkooltje in haar strijkijzer gebruikt, waarbij de kool door het vocht uit het strijkgoed niet mag uitdoven. Dan heeft men de beste turf. Le Francq van Berkhey doet ook een proef in het Haagse bos, waar hij de bosveenvorming volgt (Le Francq van Berkhey, 1771, p. 616, 463). Na vijf jaar is hier meer dan 15 cm vergane "turf" ontstaan, die in zijn kachel zeer goed, maar ook spoedig brandt. Hij wijt dit aan de "onrijpe" turf, want de grond die hij iets dieper opgraaft, geeft wel een "vaste glimmende kool". Hij noemt ook het hoge gewicht van de beste turf. De vaak genoemde kwalificaties van lichte en zware turf gelden waarschijnlijk niet alleen als goed en slecht, maar ook fysiek, dus een turf met een hoog soortelijk gewicht. Waarschijnlijk is de kwaliteit van de gebaggerde korte turf dus een kleine, zware turf, die zijn warmte langzaam gloeiend afgeeft.

De waarde van bosveen zal verschillen naar gelang de manier van ontstaan. Bosveen is in de Drentse hoogvenen een dunne overgangslaag omdat de verlanding, dus laagveenvorming, met bosveen eindigt. In de Rijnstreek is de bosveengroei doorgegaan door de stijging van het zeewater en daarmee het rivierwater.



figuur 1 Bodemkaart. Zuidelijk deel: Bodemkaart van Nederland 1:50.000, Noordelijk deel: Pons en Wiggers, 1960, p. 31.

De mate van veraarding wordt bepaald door de snelheid waarmee het grondwater stijgt. Verder zijn plaatselijke omstandigheden van belang: hoe vaak wordt het veen vanuit de rivier overstromd, hoe voedselrijk is het water en daarmee welke vegetatie er groeit. Dichtbij rivieren en kreken kan de turf door de grotere hoeveelheid ingespoelde klei minder bruikbaar zijn.

Geologie

In 1942 en later wordt de stelling van Polak bestreden voor wat betreft de Rijnlandse en Utrechtse streken, omdat hier in de ondergrond geen veenmosveen wordt aangetroffen (Florschütz, 1942, p. 15; Hudig en Duyverman, 1950, p. 14). Helaas zijn er van de Rijnstreek geen geologische kaarten beschikbaar, alleen van een oostelijk daarvan gelegen deel van Utrecht. Hier blijkt dat in de Vinkeveense plassen en Groot Mijdrecht bosveen is gebaggerd (Meene e.a., 1988, p. 66 en profielenblad 1). In 1960 wordt dan ook in de Vinkeveense plassen bosveen gebaggerd voor de tuinbouw in het Westland. Een deel wordt ook plaatselijk gebruikt voor brandstof in zware en lichte kwaliteit (Van Dijk, 1960, p. 2-3). De Nieuwkoopse plassen en de Reeuwijkse plassen, waar ook de vervening halverwege is gestopt, liggen midden in bosveen (zie figuur 1). De conclusie moet dus zijn dat het gebaggerde veen voor minstens een groot deel uit laagveen bestaat, dus bosveen en riet/zeggeveen.

Ontginningen op hoogveen.

De aanwezigheid van laagveen sluit niet uit dat hierboven hoogveen is ontstaan. Hoogveen groeit juist tot ver boven het rivierwaterpeil en blijft een uitstekende verklaring voor het ontwateren en inzakken van de ontginningen. Verder kent hoogveen echter alleen nadelen. Zo is hoogveen niet geschikt voor landbouw omdat ze te voedselarm en te zuur is. De grote hoogvenen in Ierland worden daarom ongeschikt geacht voor landbouw (Van Eck e.a., 1984, p. 135). Er zijn een aantal methoden voorgesteld en in de praktijk gebracht om hoogveen te ontginnen:

Vanaf de zestiende eeuw wordt in sommige hoogvenen het veen afgebrand, waardoor de schaarse mineralen versneld beschikbaar komen in een voor planten opneembare vorm. Maar zelfs de weinig eisende boekweit kan hier maar een paar jaar op geteeld worden, waarna het veen minstens twintig jaar braak ligt (Eshuis, 1942, p. 58). Dit zullen niet de gebruiksmogelijkheden zijn geweest die de ontginners voor ogen hebben gestaan.

In Duitsland is in de 19e eeuw hoogveen voor landbouw geschikt gemaakt door zware bemesting en een kalkgift van minstens 3000 kg/ha om de verzuring te bestrijden (Eshuis, 1942, p. 71). De vroegere ontginners hebben echter niet de beschikking over dergelijke hoeveelheden.

Een andere methode is het opbrengen van klei². In Finland is een test gedaan met een kleigift van 100-400 m³/ha op laagveen, wat niet veel verbetering geeft (Kivinen, 1960, p. 5). In Engeland heeft men wel succes met gelijke hoeveelheden klei op laagveen, dat zo dun geworden is, dat de klei daar in lange sleuven vlak onder vandaan kan worden gehaald (Seale, 1975, p. 52). In Nederland moet ook een dergelijke grondverbetering hebben plaatsgevonden, gezien het voorkomen van vele kuilen in de klei, die daliegaten worden genoemd. Het is echter onduidelijk in welke tijd hier klei is gewonnen. De daliegaten die bijvoorbeeld zijn gevonden in Zoetermeer liggen op 5-6 m -NAP (Westenbroek en Van der Valk, 1993). Om hier klei te winnen moet er een diep gat in het veen gegraven worden, dat volloopt met water. Het is onduidelijk hoe men in staat is geweest, om onder water op minstens zes meter diepte (of evenveel meters meer als het veronderstelde hoogveen hoog is) de vaste klei uit te graven. Dekker veronderstelt daarom, dat de daliegaten ontstaan zijn tijdens het latere veenbaggeren, waarbij de klei uit 3,5-4,5 meter diep water wordt gehaald met een baggerbeugel. Maar de gaten zouden dan toch veel onregelmatiger zijn. De daliegaten kunnen ook niet ontstaan zijn tijdens het inpolderen omdat de soort veen waarmee ze zijn opgevuld anders is dan de meermolm die na het inpolderen achterblijft. Ook wordt in het veen uit de daliegaten 10e-13e-eeuws aardewerk gevonden (Dekker, 1972, p. 124; Dekker, 1981, p. 81; Westenbroek en Van der Valk, 1993).

Op laagveen komt later het toemaken voor: het opbrengen van stalmest, huisvuil en vooral sloot- of plasbagger (Van Egmond, 1971). De opgebrachte grond is relatief gering (per keer slechts 50 ton/ha = 0,5 cm met 12 ton vaste stof) en geeft dus op korte termijn geen verhoging van het maaiveld. Deze hoeveelheden zijn te gering voor het verbeteren van hoogveen, terwijl het ook de vraag is of de eerste ontginners kunnen beschikken over dergelijke hoeveelheden.

² Uit de publicaties komt niet duidelijk naar voren wat precies de voordelen zijn. Klei bestaat weliswaar geheel uit mineralen maar de voedingsstoffen liggen hierin opgeslagen in een voor planten niet bruikbare vorm. Door de structuur is klei wel in staat grote hoeveelheden water en (aangevoerde) voedingsstoffen vast te houden. De kleiklonten worden echter met een eenvoudige ploeg ingewerkt terwijl de inhoud van een daliegat (30m³) over een hectare een laagje van een paar millimeter is. Klei kan wel veel kalk bevatten (in Zoetermeer bijvoorbeeld 5%) maar daliegaten worden ook aangetroffen in kalkloze klei (Dekker 1981, p. 80, 75)

Langs de Weser worden de hoogvenen pas in de 18e-19e eeuw bruikbaar gemaakt met veel dierlijke mest, op het moment dat het eerder ontgonnen laagveen zo ver is gezakt, dat het voor veeteelt wordt gebruikt. (Nitz, 1989, p. 43, 55). Mest kan alleen mineralen bevatten als het vee mineraalrijke vegetatie graast en daarvoor zijn grote weilanden nodig in de directe omgeving, die de Rijnlandse ontginners bij het begin van een ontginning niet voorhanden hebben.

Oud hoogveen

Uit voorgaande blijkt dat er geen methode is, geschikt voor de eerste ontginners, om levend hoogveen om te zetten in voor landbouw geschikte grond. Het is echter ook mogelijk dat de groei van mosveen al lange tijd is gestopt. Het nog resterende hoogveen in Noord-Holland is oud hoogveen, waarvan de groei in vrijwel heel West-Nederland enkele eeuwen voor het begin van de jaartelling eindigt (Zagwijn, 1991, p. 40). In de overgang tussen oud- en jong hoogveen worden bomen aangetroffen en tegenwoordig komt op de oude hoogvenen opslag van berkenbos voor (O'Donnel, 1996, p. 51, 56; Wolf, 1992, p. 14). Misschien kan oud hoogveen met de geringe voedingstoffen van de neerslag op de lange duur toch bruikbaar worden. Een nadeel is dan, dat de tijd om een hoge koepel te vormen wel kort wordt. Voor een hoogte van 3 meter is bij een veronderstelde groei van 0,5-2 mm/jr al minstens 1500 jaar nodig (Pons, 1992, p. 32). Een ander mogelijkheid is, dat het hoogveen weer wordt overstroomd met voedselrijk water. In Noord-Holland wisselen de lagen hoogveen en rietveen elkaar af, waarbij rietveen ook op het verdrongen hoogveen ligt. De groei van het hoogveen kan blijkbaar in deze periode de stijging van het zeewater niet altijd bijhouden (2-1 mm/jr van 3500-600 v.C.; Pons, 1992, p. 15). In Waterland is op sommige plaatsen geconstateerd dat enkele eeuwen vóór de ontginningen het mosveen overgaat in een voedselrijk milieu. Dit gaat samen, voor en direct na de ontginning, met regelmatige (winterse) overstromingen met brak water vanuit het Almere (Willemse e.a., 1996, p. 96-97; Bakker en Van Smeerdijk, 1982, p.137). Blijkbaar ligt het hoogveen op deze plaatsen dan niet metershoog boven het Almere, dat dan al ongeveer op zeeniveau ligt. De veendorpen en onverveende smalle stroken land zijn in Rijnland nog nauwelijks archeologisch onderzocht. Een recente opgraving in Nieuwveen heeft hoogveen aangetoond, maar ook hier zijn er aanwijzingen voor een voedselrijk milieu, dus tijdens de ontginning geen hooggelegen levend hoogveen.³

Land na het turfdelven

Na het turfdelven blijft slecht land over, maar het lijkt niet echt onder water te liggen. Als er een meter turf is gestoken, dan moet het maaiveld voor het afturven nog behoorlijk boven het grondwater hebben gelegen. Er wordt in de ontginning ook regelmatig gesproken van hoog veen dat nog voor landbouw bruikbaar is (Diepeveen, 1950, p. 25). De turfwinning zal dus vooral op gang zijn gekomen omdat het door de steeds grotere vraag meer opbrengt en niet omdat het veen waardeloos is geworden door een lage ligging. In de enquête van 1514 wordt regelmatig melding gemaakt van verdolven, niet of slecht bruikbaar land. In Kalslagen blijven veel zwetten en poelen over, in Ter Aar groeit er mos en gagel na een overstroming vier jaar eerder en in Zegwaard kan het land soms niet, soms wel met toemaken bruikbaar gemaakt worden. In de 15e eeuw moet de grond na het toemaken worden beplant met els of wilg (Fruin, 1866, p. 297, 294, 303; Van Dam, 1998, p. 78). Gagel is een struik die voorkomt in een zure en mesotrofe omgeving, samen met berken maar is ook een plant uit het oligotrofe milieu (Overbeck, 1975, p. 52). Voorgaande planten wijzen op een mesotrofe omgeving (zie Veen).

Graanteelt op veen

In de grafelijke rekeningen worden korentienden genoemd van een beperkt aantal ambachten langs de Rijn. Omdat de tienden soms in natura worden betaald weten we dat er rogge en gerst wordt verbouwd. Als indicatie is van een aantal ambachten in 1334 ruwweg een minimum bebouwd oppervlak berekend, met de

³ Bij een proefonderzoek door de AWN-Rijnstreek is geconstateerd dat de hoogste ongestoorde laag uit rood bosveen met hout bestaat (mededeling D. van der Kooij) terwijl een brok turf uit een 14e-15e-eeuwse bewoningslaag een sterk vergane gebaggerde(!) hoogveenturf blijkt te zijn met daarin resten van vooral wollegras (determinatie turf: D. van Smeerdijk). Tijdens een daaropvolgende, helaas beperkte, opgraving op een iets andere plaats door het ARC blijkt echter dat de natuurlijke ondergrond uit hoogveen bestaat met eenzelfde omschrijving als voorgaande turf, echter met resten van de wilg, die groeit in een voedselrijk milieu (Roller, 2003). Ook wordt geconstateerd dat in de 14e en vroege 15e eeuw geen landbouw mogelijk is, omdat het milieu te nat is en er geen resten van landbouw zijn aangetroffen, terwijl Nieuwveen in 1334 toch een fors bedrag aan korentienden opbrengt (zie Graanteelt op veen).

veronderstelling, dat de totale oogst tienmaal hoger is als de tiende, een prijs van rogge van 134 groot/hoed en een opbrengst van gerst van 1000 ltr/ha = 1 hoed/ha (Hamaker, 1875, p. 165; De Boer, 1978, p. 199, Slicher van Bath, 1987, p. 192, 1 hoed = 1003 liter, 1 pond = 30 groot)

In 1334:	Tiende	Graanteelt	Ambacht
Zoeterwoude	24 P	54 ha	4900 ha
Hazerswoude	143 P + 5 hoed rogge	325 ha	circa 3500 ha
Aarlanderveen	136 P + 1 hoed gerst	305 ha	2200 ha
Nieuwveen	60 P	135 ha	circa 450 ha
Vriesekoop	22 P	49 ha	circa 1000 ha
Leimuiden	3 P 11 S	8 ha	circa 700 ha
Koudekerk	10 P 10 S	24 ha	990 ha

Behalve in Nieuwveen wordt dus nog maar een klein deel van de grond voor graanteelt gebruikt.

Rogge en gerst zijn weinig eisend wat betreft de grond en kunnen continu of in vruchtwisseling met elkaar geteeld worden (Darwinkel, 1999; Timmer, 1999). Omdat graan tegenwoordig op drogere gronden wordt geteeld zijn geen gegevens gevonden over een teveel aan water, dus hoe hoog het grondwater mag staan. Aangenomen mag worden dat zomergerst en wellicht zomerrogge gebruikt is vanwege het risico van winterse wateroverlast. (Winter)rogge is het minst risicovolle gewas en wateroverlast met plasvorming in de winter wordt redelijk verdragen (Slicher van Bath, 1978, p. 14; Darwinkel, 1999, p. 14). Zomerrogge komt tegenwoordig weinig voor, maar wordt aanbevolen voor laagveen (Eshuis, 1942, p. 92). Zomergerst is tegenwoordig en in het verleden de gebruikelijke gerstsoort. Rogge en gerst zijn recent in Finland op laagveen geteeld (Kivinen, 1960, p. 6).

Ontginningen op laagveen

In tegenstelling tot hoogveen behoort laagveen tot de best bruikbare gronden voor landbouw, met als enig nadeel (in de tegenwoordige veenweiden) de hoge grondwaterstand (Markus en Van Wallenburg, 1982, p. 126). De hoeveelheid voeding die vrijkomt bij de oxidatie van laagveen is voldoende voor de middeleeuwse oogst van rogge en gerst⁴. Het probleem is echter hoe hoog het laagveen groeien kan, zodat het na ontwatering geschikt is voor landbouw, terwijl het na vele jaren oxidatie nog hoog genoeg ligt om een laag turf van te steken:

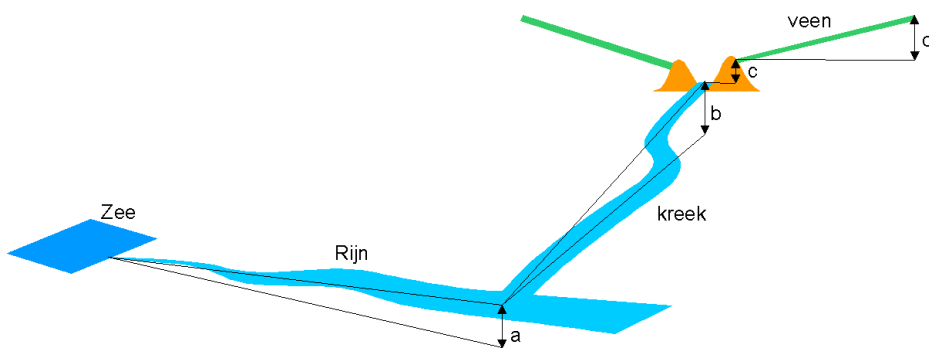
In Zegveld is bij bosveen, dat altijd als weiland is gebruikt, een bodemverlaging vastgesteld van 1,7 mm/jr tot 1875, daarna 5,6 mm/jr tot 1965 en in de periode 1980-1992 in een proefveld een verlaging door oxidatie van 5,2 en 10,9 mm/jr bij een laagste grondwater van respectievelijk 47 cm en 74 cm onder het maaiveld⁵. In de ontginningen zal de oxidatie minder zijn geweest, omdat het grondwaterpeil meer wisselt. Stel we gaan uit van een eenmalige krimp en klink van 0,5 m, een oxidatie van 5 mm/jr, een perceel dat in 5 delen gebruikt wordt in 5 eeuwen, dus 100 jaar per deel. Het veen zou dan 1 m zijn gezakt. Daarna wordt een laag veen gestoken van 1 m waarna het land ongeveer op grondwaterniveau ligt⁶. Het veen zou dan bij de start van de ontginning 2 m boven het grondwater rond 1500 moeten liggen.

Laagveen ligt boven het zeeniveau, want water vloeit alleen af onder een helling. Omdat in de Rijnstreek dikke lagen bosveen liggen, mag aangenomen worden dat de bosveenvorming het stijgen van het grondwater (door de stijging van het zeewater) altijd heeft bijhouden en dat de bovengrond zo hoog is gegroeid als het grondwater en de overstromingen van de Rijn toelaten. In figuur 2 staat een overzicht van het afstromen van water van het veen naar de zee. Van het verhang zijn geen harde getallen bekend, zodat wordt volstaan met enkele indicaties als referentie:

⁴ Nodig voor 1000 kg rogge of gerst: 20 N, 11 P, K 26 K kg/ha. Bij oxidatie van 5 mm laagveen komt vrij (uitgaande van 2,5% N, 0,25% P, 0,1% K, s.g. = 0,14): 125 P, 12,5 N, 5 K kg/ha. De hoeveelheid kalium is te weinig maar dit lijkt geen groot probleem te zijn (Timmer, 1999, p. 34, 31; Darwinkel, 1999, p. 29)

⁵ Beuving, 1996, p. 13, 99. Tabel 19 (p. 92) suggereert lagere waarden (resp. 3,4 en 9,8 mm/jr) voor de periode 1970-1980 wanneer berekend met daling x %oxidatie / 10 jaar terwijl p. 99 uitgaat van hogere waarde in de eerste 10 jaar. Zegveld heeft een doorgaande klink van 3,7 mm/jr, waarschijnlijk door plaatselijke omstandigheden (p. 16).

⁶ 8 of 10 turven diep (De Boer, 1978, p. 252; Van Dam, 1998, p. 78). Turven uit een archeologische opgraving in Alphen/Roucoop zijn 5-8 cm dik (mededeling AWN Rijnstreek) maar de dikte bij afsteken, voor indrogen, zal groter zijn. Ook is de bovenste laag niet geschikt voor turven.



Figuur 2 Verval tussen het veen en de zee

a De Kromme/Oude Rijn heeft een verhang gehad van 8 cm/km van Wijk bij Duurstede tot 50 km westelijker. Het hoogteverschil tussen bijvoorbeeld de zee en de Aar of de Meije (25 km), is echter minder dan 2 meter omdat het verhang in het getijdengebied sterk afneemt (Berendsen, 1984, p. 236-237). Als we een verschil van 1 m veronderstellen dan ligt het rivierwater op 0,5 m +NAP⁷

b De Aar of Meije heeft een groter verhang, omdat bij minder waterafvoer de stromingsweerstand hoger is. Bij een afwateringsgebied van 50 km² is de gemiddelde afvoer 0,4 m³/s. Meanderende rivieren met een dergelijk debiet hebben een verhang van minstens 1 m/km (Berendsen, 1996, p. 172).

c Bij hedendaagse veenweiden kan het grondwater variëren van 30 cm boven tot 30 cm onder het slootwater. De reden is een door koeien dichtgetrapte slootkant, die een slechte doorlatendheid heeft en het perceel als een badkuip afsluit van de sloot. Omdat de verdamping in de zomer hoger is dan de regenval, droogt het veen uit en kan het grondwater lager worden dan de sloot (Schothorst, 1982, p. 4). In de venen kan misschien eenzelfde effect optreden door de kleiige kreekoever die een dijk vormt, waarachter het water hoger staat.

d In Polen heeft het bosveen in de Biebrzavallei-vallei een helling vanaf de rivier van ongeveer 1 m/km (Mars, 1996, p. 26).

Bosveen groeit tot boven het hoogwater van overstromingen door voedselrijk water vanuit de Rijn, ook al is dit maar kortdurend en gaat door zolang de wortels voedselrijk water bereiken (Overbeck, 1975, p. 50-52). Het is echter niet bekend wat onder hoog water wordt verstaan, dus hoe vaak dit moet gebeuren om bosveenvorming op gang te houden. De Rijn kan door zijn grote achterland forse overstromingen veroorzaken maar over de hoogte hiervan is niets met redelijkheid te zeggen, omdat de situatie van de Rijn in de Vroege Middeleeuwen te onbekend is en sterk afwijkend van de huidige situatie⁸.

Samenvattend kan de maaiveldaling van het veen minder zijn dan wel wordt verondersteld. Het verhang kan voldoende zijn om bosveen meters boven het zeeniveau uit te laten groeien, maar het is zeer twijfelachtig of de benodigde overstromingen een dergelijke hoogte hebben bereikt. Er is ook veel onzekerheid in voorgaande gegevens. Als bijvoorbeeld het veen niet is ontwaterd door de ontginners, maar door een verlaging van het waterpeil van de Rijn of de meren (zie verder) dan is het hele perceel ontwaterd en heeft veel langer oxidatie plaatsgevonden.

De ontwatering

Men gaat er vanuit dat ontwatering de belangrijkste voorwaarde is om van veengrond bruikbaar land te maken. Dit kan door natuurlijke oorzaken of door ingrijpen van de mens. Het is niet juist dat in laagveen het grondwater altijd op maaiveldhoogte staat. Eerder zagen we al dat in veen het grondwater 's zomer door uitdroging 60 cm kan zakken, terwijl het rivierwater dan ook lager staat. In de Rijnstreek zijn een aantal natuurlijke ontwateringen mogelijk:

- Het dichtslibben van de Rijn bij Wijk van Duurstede in de 10e eeuw tot uiteindelijk de afdamming in 1122 heeft de hoeveelheid Rijnwater en dus het waterniveau drastisch verminderd en wordt daarom gezien als een belangrijke bevordering van de ontginningen. Behalve de verlaging van het rivierwater verhindert de dam ook winterse overstromingen.

⁷ Het veronderstelde zeeniveau in het jaar 1000 is 0,5 m -NAP.

⁸ Tegenwoordig is de rivier tussen dijken opgesloten maar is de afvoer weer versneld door het afsnijden van bochten. De hoeveelheid water van de Kromme/Oude Rijn is ook afhankelijk van de mogelijkheid tot overstrooming vóór Wijk bij Duurstede.

- De oudste ontginningen op afstand van de rivier (Leimuider, Rijnsaterwoude, genoemd in 1063) en Rijnland in de 12e eeuw wateren waarschijnlijk af naar het noorden en zeker in 1202 als hier afwateringskanalen naar worden gelegd (Parlevliet, 2001, p. 13). Het is dus aannemelijk dat het Leidse Meer op dat moment via het Almere naar zee afwatert en een lage waterstand heeft. Het is niet bekend op welk moment de verbinding naar het noorden ontstaat, maar deze verlaging moet, zo ver van de rivier, waar het land het hoogst ligt, gezorgd hebben voor een sterke daling van het grondwater.
- De aanleg van kanalen met een lage stroomweerstand kunnen krekken kortsluiten en dus het waterniveau verder van de rivier verlagen. Dit effect zal bij de noordelijke kanalen niet hebben gespeeld, omdat ze juist naar het noorden afwateren.
- Er zijn aanwijzingen voor een droogte in de 10e eeuw (Heidinga, 1984).

Ontginningen vinden echter niet alleen in de Rijnstreek plaats, maar ook elders, waar voorgaande oorzaken niet spelen. Ook het exporteren van de ontginningsmethode door de Hollanders naar de Weser, betekent dat het hier vooral om een methode of techniek gaat. Verondersteld wordt dat deze techniek bestaat uit sloten, dijkjes en een sluisje met een automatische klep. Deze hebben twee functies: sloten zorgen voor de afvoer van water, dijken en een sluis voorkomen de toevoer van overstromingswater. Het ligt voor de hand dat deze methode is ontwikkeld bij de oudere ontginningen langs de rivier, die baat hebben bij de afvoer van het water in éénrichtingsverkeer. De rivier- of kreekoeverwal vormt een natuurlijke dijk en het doorbreken hiervan zal een belangrijke verlaging van het achterliggende water geven.

Voor ontginningen die op hoge hoogveenkoepels liggen, zijn echter geen sluizen of dijken nodig, maar alleen sloten en dat is niet zo bijzonder. Er is tenslotte geen risico op overstroming vanuit de rivier (anders groeit er wel laagveen), water van de buren wordt door de eigen sloten opgevangen en water uit het achterland door een achtersloot. Als de nog niet ontgonnen wildernis oploopt heeft een achterkade geen zin, want het water moet toch weg en zal zich achter de dijk ophopen tot het eroverheen stroomt. Dijken zijn wel nuttig tegen calamiteiten bij de buren of vanuit het achterland, maar alleen als dit land vlak is, zodat het water niet toestroomt en via andere wegen kan afvloeien. Met sluizen kan ook het waterpeil geregeld worden door ze te sluiten bij droogte, maar het is de vraag of dit bij de oude ontginningen ook gebeurd is. Het vergt overleg tussen de gebruikers, regels (afhankelijk van het gewas is hoog of laag water nodig), iemand die de sluis bedient en een technische voorziening om de automatische klep te sluiten. De eerste ontginningen zullen toch niet meer ingehouden hebben dan het ontwateren en beveiligen tegen wateroverlast.

Een opvallend punt uit figuur 2 is, dat wie droog wil boeren niet moet beginnen op de rivier- en kreekoever, maar zo hoog mogelijk op het "einde" van een ontginning. Daar zakt het water in de lente het eerste weg en dat deel heeft het minste risico op overstromingen. Bij de kreek of rivier is zelfs kwel mogelijk van water dat van de hoge delen toestroomt. Dit is misschien de reden dat de meeste ontginningdorpen verder van de oever liggen en dus de eerste vestigingsplaatsen zijn in plaats van de tweede, waar het dorp naar wordt verplaatst als het dicht bij het oever liggende land is gezakt.

Ontginningen op laagveen

De oudste ontginningen worden op de Rijn oevers verondersteld, eerst alleen op de oever, maar daarna uitstrekkend over de broeklanden, over klei en deels over door niemand betwist bosveen. Blijkbaar zijn deze laaggelegen landen niet alleen geschikt voor ontginning maar ook aantrekkelijker dan de latere ontginningen verder van de rivier. Ook elders komen de ontginningen juist op laagveen voor. In Utrecht liggen alle ontginningen met vaste lengte in broekgebieden op klei en laagveen, zoals tussen Kamerik en Kockengen (Vervloet, 1998, p. 156-160). De ligging van dergelijke ontginningen in Rijnland op het hoogveen wordt daarom als uitzonderlijk gezien. Hoogveenkoepels zijn rond, met bulten en laagten. Ontwateringssloten moeten de hellingen volgen en kunnen dus bij hoogveen niet over grote oppervlakken recht zijn met een vaste lengte. Ook langs de Weser, waar de Hollanders vanaf 1113 met succes hun ontginningsmethode naar exporteren, worden bosvenen ontgonnen en voor graanteelt gebruikt (Vervloet, 1998, p. 158; Nitz, 1989, p. 43, 50). Archeologisch is graanteelt geconstateerd bij een 12e-eeuwse laagveenontginning in de Oostpolder bij Gouda (Kok 1999 p.85-86). Er wordt hier alleen in de zomer geteeld, maar wel (in de 12e eeuw) emmertarwe en haver in plaats van (zomer)rogge, omdat deze misschien te weinig opbrengt. De conclusie moet dus zijn dat laagveen geschikt is voor ontginningen en ook voor landbouw.

Hoogveen in het noorden en westen: de plassen

Vanaf halverwege de Westeinderplassen, naar het noorden doorlopend tot Amsterdam komt hoogveen voor. Restjes hoogveen liggen langs de oostelijke oever van het Haarlemmermeer, wat doet vermoeden dat het zich ook westelijker heeft uitgestrekt. Het is opvallend dat bij de opmeting van ambachten in 1544 Aalsmeer

driemaal groter blijkt te zijn, dan waar ze in de voorgaande periode morgengeld voor betalen. Het verschil is bij de meeste ambachten veel kleiner (Amstel-Horak, 1985, p. 174). Aangenomen mag worden dat de oude oppervlakte het gebied is, dat bij de instelling van het morgengeld bruikbaar is. In Aalsmeer bestaat het grote onbruikbare deel misschien uit het onvruchtbare hoogveen, of juist het natte rietveen. Dit hangt af van de situatie rond de westelijke meren.

Hier komen we op de vraag hoe de Zuid-Hollandse natuurlijke meren zijn ontstaan. De verklaringen hiervoor zijn weinig bevredigend. Er wordt verondersteld, dat het oude veenmeren (meerstallen) zijn, die in hoogveenkeopels voorkomen. Door het inklinken van het omliggende veen moeten deze hoogliggende meren echter zijn leeggelopen, want veen onder water klink niet in en oxideert niet. Het is niet te verklaren hoe deze meren, met het omliggende hoogveen, naar beneden zijn gezakt tot in het huidige laagveen. Daarbij liggen de meeste plassen juist langs de randen, dus op de hellingen van het veronderstelde hoogveen, terwijl men ze in het vlakke midden verwacht. Een andere verklaring is het uitgraven van grond (klei of veen), waarna de kleine plas verder uitwaait. Maar afslag van oevers vindt plaats door de hoge golfslag van grote meren. Plassen verlanden juist van nature. Voor de soms veronderstelde hogere stormfrequentie zijn de gegevens te schaars.

Het gebied rond de Kagerplassen is pas laat ontgonnen, juist omdat deze te nat zijn (Linden, 1956, p. 268). Deze meren lijken dan ook op het schoolvoorbeeld van verlanding: omgeven door rietveen en op afstand bosveen⁹. Deze plassen schijnen in alle eeuwen niet veel groter te zijn geworden, zodat ze mogelijk al in de Vroege Middeleeuwen aanwezig zijn. Dit geldt ook voor de veel grotere noordelijke meren. In alle reconstructies van 1250 zijn het nog steeds grote meren¹⁰. Als alternatief (en hooguit een indicatie) geeft figuur 1 de afmetingen in het jaar 1000 als de afslag evenredig is met de waterlengte waarover de golven ontstaan, uitgaande van de redelijke reconstructies van 1544 en 1645¹¹. De meren moeten al vroeg met elkaar verbonden zijn (zie eerder). De afslag van de westelijke oevers is gering, dus hebben de meren dicht tegen de oude strandwallen gelegen, met daartussen hooguit het riet/zeggeveen, waar nog restjes van over zijn. De veensoort tussen de meren en Aalsmeer is niet bekend. Het kan hoogveen zijn, maar ook (deels) rietveen zoals we bij de andere meren aantreffen.

Er is dus weinig ruimte voor zeer grote hoogveenkeopels. De hoogvenen worden dan ook gezien als een complex van kleinere hoogveenkeopels, doorsneden door krekens in laagveen (Pons, 1992, p. 29). Het is daarom beter om te stellen dat de krekens geen hoogveenkrekens zijn, maar een veengebied ontwateren waarin ook hoogvenen kunnen liggen. De waterscheiding tussen de Rijn en het IJ ligt dan op laagveen-niveau en voedselrijk water kan blijkbaar diep in het gebied doordringen.

Samenvatting en conclusie

De veelvuldige aanwezigheid elders van hoogvenen maakt de aanwezigheid van veenmosveen op grotere afstand van rivieren of krekens ook in Rijnland onvermijdelijk. De vraag is echter of dit grote en hoge veenmoskeopels zijn en of de ontginningen hierop plaatsvinden. Het gebaggerde veen blijkt in de Hollandse Rijnstreek voor minstens een groot deel uit laagveen te bestaan. Het veen daarboven, waar de ontginningen op zijn ontstaan, is minder duidelijk. Het probleem met hoogveen is vooral de slechte geschiktheid voor het ontstaan van "wouden" en de latere graanteelt. Het is onzeker of het voldoende tijd heeft gehad om hoog op te groeien en in de Rijnstreek is hoogveen tegenwoordig afwezig. Laagveen is voor landbouw uitstekend geschikt maar de achilleshiel is hier of het hoog genoeg kan groeien voor de latere oxidatie en steekturven. Vanwege de krekens met hun oevers van klei, de brede niet afgegraven stroken bosveen en de grote westelijke meren is er weinig ruimte voor uitgestrekte hoogveenkeopels die als een waterscheiding werken. Er moet dus bij veenontginningen, ook elders, niet te vanzelfsprekend worden uitgegaan van ontginningen op hoge veenkeopels.

⁹ Het lijkt er op dat de verlanding hier de stijging van het grondwater niet bij kan houden terwijl dit oostelijker het bosveen wel lukt. Nu wordt rietveen vaak in verband gebracht met brak water, dus wellicht speelt de zee hier nog een rol (Wallenberg en Markus, 1971, p. 66).

¹⁰ Van Dam (1998) veronderstelt (onbekend) kleinere afmetingen dan Ramaer (1892) vanwege de vele verveningen.

¹¹ Reconstructie van Ramaer (1892) gebaseerd op een nauwkeurige kaart van 1646 en de meting van de oppervlakte van de ambachten in 1544. In werkelijkheid zal de afslag nog minder zijn omdat verwacht mag worden dat veen pas boven een bepaalde golfhoogte zal worden losgeslagen. Ook de verveningen zullen in de oudste tijd minder zijn dan de periode rond 1600. De meren zijn rond getekend om te benadrukken dat het een globale schatting is van de omvang en geen reconstructie.

Literatuur

- AMSTEL-HORÁK, M.H.V. VAN (1985). De morgenboeken van Rijnland. In: Leids jaarboekje, pp. 150-178.
- BAKKER, M EN D.G. VAN SMEERDIJK, (1982). A palaeoecological study of a late Holocene section from "het IJperveld", western Netherlands. In: Review of Palaeobotany and Palynology 36 pp. 95-163.
- BERENDSEN, H.J.A. (1984). The evolution of the fluvial area in the western part of the Netherlands from 1000 - 1300 AD. In: Geologie en Mijnbouw 63-3, pp. 231-240.
- BERENDSEN, H.J.A. (1996). Fysisch-geografisch onderzoek, Thema's en methoden. Assen, Van Gorcum.
- BEUVING, J. EN J.J.H. VAN DEN AKKER (1996). Maaiveldsdaling van veengrasland bij twee slootpeilen in de polder Zegveldbroek. Wageningen, Staring Centrum (rapport 377).
- BOER, D.E.H. DE (1978). Graaf en grafiek. Leiden, NRP.
- DAM, P.J.E.M. VAN (1998). Vissen in veenmeren. Hilversum, Verloren.
- DARWINKEL, A. (1999). Teelt van winterrogge. Lelystad.
- DEKKER, L.W. (1972). Daliegaten in Noord-Holland. In: Boor en spade 18, pp. 115-126.
- DEKKER, L.W. (1981). Daliegaten en kleiputten in het Hollands-Utrechtse veengebied: Sporen van kleiwinning voor verbetering van de bodemvruchtbaarheid. In: Boor en spade 20, pp. 72-87.
- DIEPEVEEN, W.J. (1950). De vervinging in Delfland en Schieland tot het einde der zestiende eeuw. Leiden, Eduard IJdo.
- DIJK, H. VAN (1960). "Veenarde" onderzoek. I. Het veen van de Vinkeveense plassen. Groningen.
- ECK, H. VAN, E.A. (1984). Irish bogs. A case for planning. Nijmegen, Catholic University.
- EGMOND, TH. VAN (1971). Het baggeren in relatie tot het toemaken. In: Boor en spade 17, pp. 82-90.
- ESHUIS, J.A. (1942). Ontginning van veengronden. In: Het veen en zijn ontginning. Arnhem, Nederlandsche Heidemaatschappij, pp. 55 e.v.
- FLORSCHÜTZ, F. (1942). Wordingswijze en botanische samenstelling van eenige Nederlandsche veensoorten. In: Het veen en zijn ontginning. Arnhem, Nederlandsche Heidemaatschappij, pp. 11 e.v.
- FRANCO VAN BERKHEY, J LE (1771). Natuurlyke historie van Holland II. Amsterdam, Yntema en Tieboel.
- FRANCO VAN BERKHEY, J LE (1779). Verhandeling over het nationeel gebruik der turf- of hout assche, in Holland, of onderzoek in hoe verre dezelve tot algemeen voordeel al of niet, in onze provincien, nuttig is, by gelegenheid, dat een aanzienlyk genootschap over den landbouw dit stuk ter onderzoek heeft voorgesteld. Amsterdam, Yntema en Tieboel.
- FRUIN, R.J. (1866). Informacie up den staet faculteyt ende gelegentheyt van de steden ende dorpen van Holland ende Vrieslant om daerna te reguleren de nyeuwe schiltaele gedaen in den jaere MDXIV. Leiden, Sijthoff.
- HAMAKER, H.G. (1875). De rekeningen der Grafelijckheid van Holland onder het Henegouwsche huis. In: Werken van het Historisch genootschap, dl 22, eerste deel. Utrecht.
- HEIDINGA, H.A. (1984). Indications of severe drought during the 10th century AD from an inland dune area in the central Netherlands. In: Geologie en Mijnbouw 63-3, pp. 241-248.
- HEUVELN, B. VAN (1966). Bodemkunde van het veen. 's-Gravenhage, Ministerie van landbouw en visserij.
- HORCH, J.C. (1942). Veenproducten. In: Het veen en zijn ontginning. Arnhem, Nederlandsche Heidemaatschappij, pp. 39 e.v..
- HUDIG, J. EN J.J. DUYVERMAN (1950). De centrale venen van Zuid-Holland en West-Utrecht. s-Gravenhage, Ministerie van landbouw, visserij en voedselvoorziening.
- IBELINGS, B. (1996). Turfwinning en waterstaat in het Groene Hart van Holland vóór 1530. In: Tijdschrift voor waterstaatsgeschiedenis 5-2, pp. 74-80.
- KIVINEN, E. (1960). Über die Moore Finnlands und ihre nutzung. In: Wasser und Boden 12-1, pp. 2-6.
- LINDEN, H. VAN DER (1956). De Cope. Assen, Van Gorcum.
- MEENE, E.A. VAN DE E.A. (1988). Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50.000, blad Utrecht oost (310). Haarlem, Rijks Geologische Dienst.
- MARKUS, W.C. EN C. VAN WALLENBURG (1982). Bodemkaart van Nederland schaal 1:50.000, Toelichting bij de kaartbladen 30 West 's-Gravenhage en 30 Oost 's-Gravenhage. Wageningen, Stiboca
- MARS, H. DE (1996). Chemical and physical dynamics of fen hydro-ecology. Utrecht, K.N.A.G.
- NITZ, H.J. (1989). Mittelalterliche Moorsiedlungen. In: B. Hermann (red.), Umwelt in der Geschichte, pp. 40-62.
- O'DONNELL, T. (1996). Types and global distribution of mires in Ireland. In: 10th International peat congress, vol. 2, Stuttgart, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, pp. 49-59.
- OVERBECK, F. (1975). Botanisch-geologische Moorkunde. Neumunster, Karl Wachholtz.
- PARLEVLIET, D. (2001). De Rijnmond verstopt. In: Holland 33-1, pp. 1-16.
- POLAK, B. (1929). Een onderzoek naar de botanische samenstelling van het Hollandsche veen. Amsterdam, Swets en Zeitlinger.
- PONS, L.J. EN A.J. WIGGERS (1960). De holocene wordingsgeschiedenis van Noordholland en het Zuiderzeegebied. In: Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, 2e reeks dl 77, pp. 3-57.

- PONS, L.J. (1992). Holocene peat formation in the lower parts of the Netherlands. In: J.T.A. Verhoeven (red.), Fens and bogs in the Netherlands: Vegetation, history, nutrient dynamics and conservation, Geobotany 18, pp. 7-79.
- RAMAER, J.C. (1892). De omvang van het Haarlemmermeer en de meren waaruit het ontstaan is op verschillende tijden voor de droogmaking. In: Verhandelingen KNAW afdeling natuurkunde, 1e reeks, deel 29. Amsterdam, pp. 49-272.
- ROLLER, G.J. DE (2003). Botanische resten. In: C.G. Koopstra, Een Definitief Onderzoek aan de Muggenlaan te Nieuwveen, gemeente Liemeer (Z.-H.). Groningen, ARC, pp 37-42.
- SCHOTHORST, C.J. (1982). Drainage and behaviour of peat soils. Wageningen, Institute for land and water management research (ICW), report 3
- SEALE, R.S. (1975). Soils of the Ely district. Harpenden.
- SLICHER VAN BATH, B.S. (1978). Bijdragen tot de agrarische geschiedenis. Utrecht/Antwerpen, Het Spectrum.
- SLICHER VAN BATH, B. (1987). De agrarische geschiedenis van West-Europa 500-1850. Heerhugowaard, Aula.
- TIMMER, R.D. (1999). Teelt van zomergerst. Lelystad, Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt.
- TOUSIJN, J. EN J. HAMAKER (1945-1948). Onderzoek van Nederlandsche veen- en turfsoorten, Rapport no.1 dl. 1, T.A.193. 's-Gravenhage, T.N.O.
- VERVLOET, J.A.J. (1998). Landsheerlijke venen: het cope-ontginningslandschap. In: Historisch Geografisch Tijdschrift 16-3, pp. 150-163.
- WALLENBURG, C. VAN EN W.C. MARKUS (1971). Toemaakdekken in het Oude Rijngebied. In: Boor en spade 17, pp. 64-81.
- WESTENBROEK, B.C. EN L. VAN DER VALK (1993). Daliegaten in Zoetermeer. In: Westerheem 42-2, pp. 72-79.
- WILLEMSEN, J. E.A. (1996). Environmental change during the medieval reclamation of the raised-bog area Waterland (The Netherlands): a palaeophytosociological approach. In: Review of palaeobotany and palynology 94. pp. 75-100.
- WOLF, R.J.A.M. (1992). Ontstaansgeschiedenis en beheer van de Nederlandse elzen- en berkenbroekbossen. Wageningen.
- ZAGWIJN, W.H. (1991). Nederland in het Holoceen. Haarlem, Sdu.