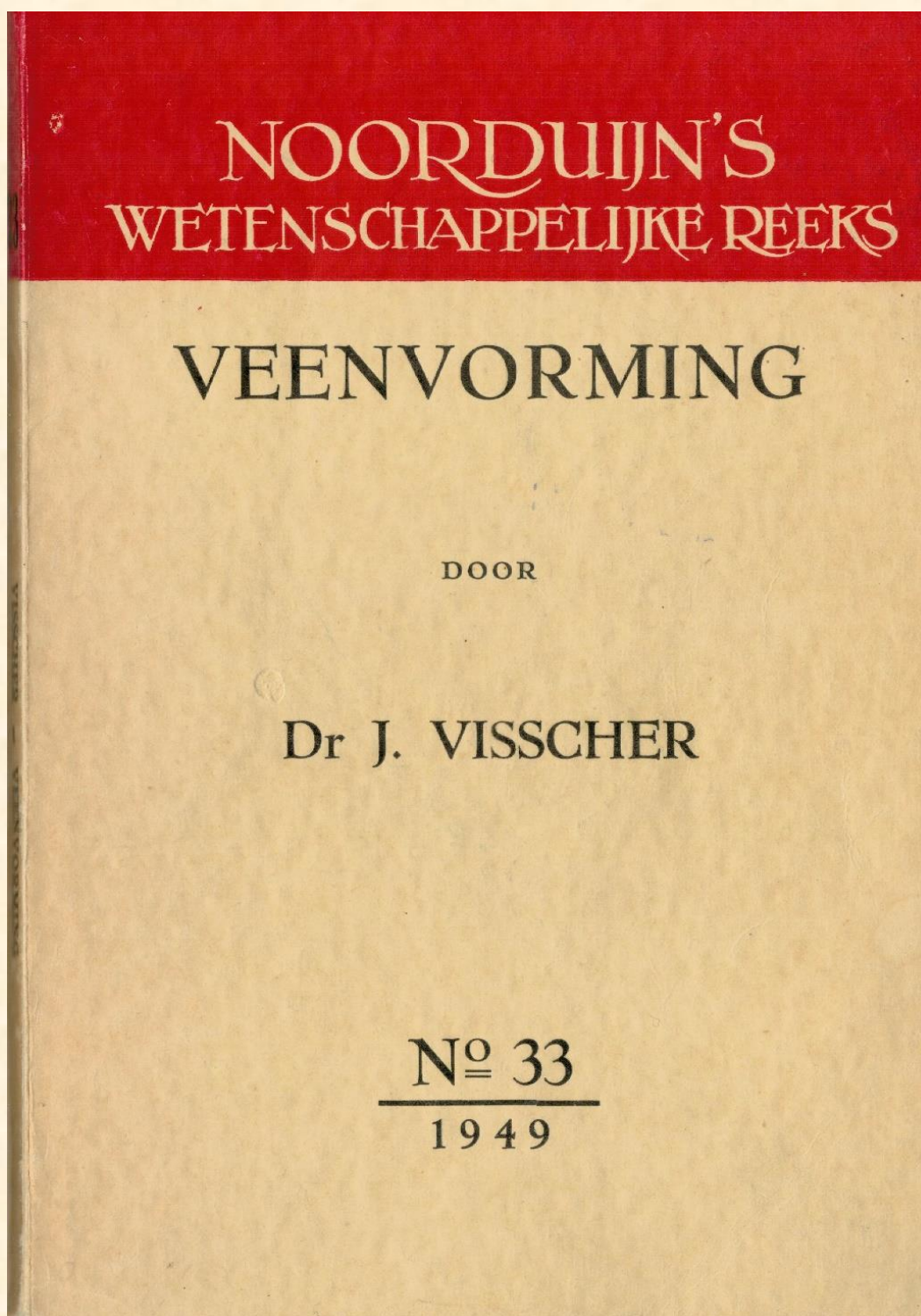




Geopark Heuvelrug Gooi en Vecht

Veeenvorming

18-08-2019



Gedigitaliseerde en iets gereduceerde versie van een standaardwerk over veenvorming.

Met toe- en instemming van de nazaten van Dr. Jan Visscher.

Een uitgave van Geopark Heuvelrug Gooi en Vecht

Inhoud

Inhoud	2
Voorwoord	3
De voorwaarden van de veenvorming	3
Het veen als gesteente	7
De belangrijkste veensoorten en veenmineralen	10
De belangrijkste veensoorten	13
Het Sphagnumveen of Veenmosveen	13
Wolgrasveen	13
Heideveen	13
Scheuchzeriaveen (waterlavendelveen)	13
Bosveen	14
Zeggeveen	14
Rietveen	14
Enkele andere veensoorten	14
De veenmineralen	14
De belangrijkste veengassen	15
De ontwikkeling van venen	15
Indeling van venen	21
De vlaktevenen	25
Kom- en bekkenvenen	26
Rivierbedvenen	26
Dalvenen in het bergland	26
Hellingvenen	27
Waterscheidingsvenen	27
De morfologie van venen	27
Hydrografie van venen	37
De veenvorming en de postglaciale klimaatveranderingen	41
Bibliografie	49

Verantwoording redactie

- De foto's zijn niet uit de oorspronkelijke tekst overgenomen net als enkele van de figuren; wel is de oude nummering van de figuren aangehouden om geen verwarring te krijgen met het origineel.
- De huidige spelling en naamgeving is doorgevoerd behalve in de figuren en schema's.

Voorwoord

Aan de aardoppervlakte komen niet overal venen voor. Aan de verbreiding ervan zijn grenzen gesteld die vooral bepaald worden door klimatologische, topografische en geologische omstandigheden. De studie der venen behoort daarom in eerste instantie tot het terrein van de *fysische geografie* en tot dat van de *geologie*.

Daarnaast vinden ook andere wetenschappen in de venen een arbeidsveld zoals de *botanie*, de *chemie* en de *bodemkunde*. Voor de moderne veenkunde zijn deze wetenschappen onontbeerlijk. Het grootste deel van de huidige kennis omtrent de venen is zelfs te danken aan het botanisch onderzoek.

Het veen is een organogeen gesteente dat wat de botanische samenstelling betreft van plaats tot plaats zeer sterk kan verschillen. De veenonderzoeker moet de veensoorten, zowel fysisch als botanisch van elkaar kunnen onderscheiden. Eerst dan zal hij in staat zijn een beeld te geven van de geologische bouw en van de genese van een veen.

Een zeer moeilijk probleem is altijd de *classificatie van venen* geweest. Een botanische indeling van venen is m.i. niet mogelijk. De andere classificaties voldoen evenmin in alle opzichten.

Volgens de in dit boekje weergegeven methode, die in 1943 door mij werd opgesteld en waarbij gebruik gemaakt werd van de geomorfologische terminologie, is het mogelijk de venen, waar zij ook voorkomen en hoe zij ook zijn opgebouwd, te classificeren en in enkele woorden te karakteriseren. In de laatste hoofdstukken werd deze terminologie toegepast.

Aan de morfologie en aan de hydrografie van venen werd in dit boekje wat meer aandacht geschonken dan gewoonlijk in de veenliteratuur het geval is.

Dordrecht, Mei 1949

J. V.

De voorwaarden van de veenvorming

In *geologische* zin is veen, evenals klei en zand, een gesteente. Terwijl de laatst genoemde gesteenten echter ontstaan uit anorganisch materiaal, is veen een organisch sedentaat¹, dat ontstaat uit afgestorven plantenmateriaal. Elk jaar sterven bepaalde planten geheel en al af, andere verliezen hun bladeren, stengels of verdorde takken. Uit al dit plantenafval, dat tenslotte op de bodem terecht komt, kan veen ontstaan.

Voor het ontstaan van veen is de aanwezigheid van een *vegetatie* dus een eerste voorwaarde. Waar geen plantengroei mogelijk is, zoals in de woestijnen, in de poolstreken en in de hoog-alpine gedeelten van hooggebergten, waar de temperatuur altijd beneden 0° C. blijft, in de sneeuwgordeel dus, is het ontstaan van veen onmogelijk. Maar ook in de gebieden met plantengroei komt het nog niet overal en altijd tot veenvorming. Veen kan dus blijkbaar ook daar slechts ontstaan onder bepaalde omstandigheden. Waar de planten na afsterving geheel kunnen vergaan, zal geen ophoping van plantenafval plaats vinden en zal zich geen veen vormen. Een volledig vergaan van plantenafval komt in bepaalde relatief droge streken der aarde inderdaad voor. In de meeste gebieden echter vormt zich na zekere tijd een meer of minder dikke laag van plantensubstantie op de verweringsbodem of zij vermengt zich daarmee. In elk geval is voor het ontstaan van veen voorwaarde dat er jaarlijks meer plantenafval geproduceerd wordt dan er kan vergaan.

Het zal duidelijk zijn dat zich in gebieden met een weelderige plantengroei veel plantenafval zal vormen. Evenals de plantengroei wordt ook de productie van dode plantensubstantie in de eerste plaats bepaald door het *klimaat*. Van het klimaat zijn het vooral de temperatuur en de neerslag en de verhouding daartussen, die de vegetatie bepalen.

¹ Veen kan men in het algemeen geen afzetting of sediment noemen, want het vormt zich ter plaatse, wordt niet van elders aangevoerd en komt niet tot bezinking, zoals klei. Men kan daarom beter spreken van sedimentatie en sedimenten, in plaats van sedimentatie en sedimenten (afzettingen).

Wanneer de maximumtemperatuur hoger wordt dan 50° C, hetgeen in verschillende woestijngebieden kan voorkomen, is geen plantengroei meer mogelijk. De benedengrens, waarbij planten nog kunnen groeien, ligt bij 0° C. Tussen deze twee uiterste temperatuurgrenzen bevindt zich ergens een temperatuur welke aan planten optimale levensmogelijkheden biedt. Dit blijkt volgens H. Potonié een temperatuur van 35° C. te zijn die in de tropen in de namiddag vrijwel benaderd wordt.

Volkomen in overeenstemming hiermee is de enorme productie van plantenafval in de vochtige equatoriale gebieden en de afneming hiervan in de richting van de polen. Noordelijk van de boomgrens komen vrijwel alleen lagere planten voor die slechts minimale hoeveelheden dode plantensubstantie leveren.

Van minstens even grote betekenis als de temperatuur is de neerslaghoeveelheid en de verdeling daarvan over het jaar. Ook ten aanzien van de vochtigheid blijkt de plantengroei toe te nemen naarmate de vochtigheid groter wordt.

Hoge temperaturen en grote vochtigheid zijn dus gunstig, lage temperaturen en geringe vochtigheid ongunstig voor de plantengroei en de productie van plantenafval, m.a.w. hoe warmer en vochtiger een klimaat is, des te groter is ook de productie van dode plantensubstantie.

Naast deze klimaatfactoren oefent ook de *bodem* invloed uit op de plantengroei. Zo zal een vruchtbare bodem, d.w.z. een bodem rijk aan mineralen en met gunstige fysische eigenschappen, een weelderiger plantengroei mogelijk maken dan een onvruchtbare, mineraalarme bodem met ongunstige fysische eigenschappen². Dit wat betreft de plantengroei en productie van planten afval.

Het vergaan van dode plantensubstantie kan slechts plaatsvinden wanneer zuurstof, water en bacteriën aanwezig zijn. Het zijn vooral aerobe bacteriën en verschillende andere lagere organismen die het vergaan van de plantenresten veroorzaken. Waar deze ontbreken, vergaat weinig of geen plantenafval.

Evenals veel levende organismen zijn ook aerobe bacteriën afhankelijk van de temperatuur en de vochtigheid, moeten zij ademen en voedsel tot zich nemen. Zij zijn wat de temperatuur betreft ook het meest actief bij een gemiddelde maximumtemperatuur van ongeveer 35° C. Slechts bij temperaturen beneden 0° C. verkeren zij in rust; ook bij zeer hoge temperaturen is hun activiteit zeer gering. Hieruit volgt dat de dode plantensubstantie in de warme klimaten zeer snel, in de koude daarentegen heel langzaam moet vergaan.

Daar het vergaan van plantenresten vrijwel alleen op rekening komt van de aerobe bacteriën of aerobionten, die om te kunnen leven atmosferische zuurstof nodig hebben, zal bij gebrek aan zuurstof weinig of geen vergaan kunnen plaatsvinden.

De hoeveelheid beschikbare zuurstof wordt grotendeels bepaald door de *vochtigheidsgraad*. In het algemeen zal aan de aardoppervlakte de aerobe bacteriële activiteit met de vochtigheid toenemen. Met toenemende diepte echter vermindert deze snel omdat het grondwater zeer arm aan zuurstof, daarentegen rijk aan koolzuur is. Wanneer het grondwater tot in de laag van plantenafval reikt, kan dit afval, vanwege het gebrek aan zuurstof, niet of nauwelijks vergaan. Het water sluit de atmosferische lucht en daarmee ook de voor de aerobe bacteriën nodige zuurstof volkomen af.

Tenslotte zijn de bacteriën nog afhankelijk van de *voedingsstoffen* die in de bodem aanwezig zijn. De bacteriën zullen zich rijker kunnen ontwikkelen naarmate hen meer voedsel ter beschikking staat. Daardoor zal het plantenafval op vruchtbare gronden sneller vernietigd worden dan op onvruchtbare gronden.

Samengevat blijkt dus dat aerobe bacteriële activiteit ontbreekt bij temperaturen boven 0° C., wanneer er gebrek aan water is en bij temperaturen beneden 0° C. eveneens, omdat er dan slechts water in vaste vorm aanwezig is wat voor de plantengroei hetzelfde betekent als een gemis aan water. Het gunstigst is de aerobe bacteriële werkzaamheid bij een behoorlijke vochtigheidsgraad en goede aeratie van de bodem. Bij zeer grote vochtigheid ontbreken anaerobe bacteriën, vindt geen vergaan plaats en kan er dus veen ontstaan. Waar de productie en de destructie van plantenafval elkaar in evenwicht houden kan geen veen ontstaan. Slechts wanneer dit evenwicht in ongunstige zin voor het vergaan gewijzigd wordt, begint zich veen te vormen.

Meestal is de verstoring van de evenwichtstoestand een gevolg òf van *topografische* òf van *geologische en petrografische omstandigheden*.

² Intussen moet hierbij in aanmerking genomen worden, dat het meer of mindere gehalte aan mineralen en het fysische karakter van de bodem ook weer voor een groot deel het gevolg zijn van het klimaat.

Tot de topografische omstandigheden kunnen gerekend worden:

- de hoogteligging, ten gevolge waarvan het klimaat in éénzelfde klimaatprovincie sterke variaties kan vertonen die vooral resulteren in een meer of mindere neerslag en een hogere of lagere temperatuur;
- de terreinvormen die water naar zich toetrekken als bekkens, kommen, dalen; hellingknikken, uitgeholde of vrijwel horizontale bergruggen, vlakten met een slechte afwatering en dode rivierarmen.

Geologisch is de bouw van de aardkorst van grote invloed, omdat hierdoor grotendeels de stroomrichting van het grondwater bepaald wordt. De meest voorkomende petrografische factor is de doorlatendheid van een gesteente voor water. In bekkens met een ondoorlatende bodem zal in een humied (vochtig) klimaat steeds water aanwezig zijn omdat het moeilijk kan wegzakken. Bekkens met een doorlatende bodem kunnen onder dezelfde klimaatomstandigheden alleen water bevatten wanneer de bodem ervan onder het niveau van de grondwaterspiegel ligt.

Kortom, het is ook in de voor de veenvorming gunstige klimaten een watersurplus dat de evenwichtstoestand verstoort en tot veenvorming leidt.

Uit het voorgaande kan afgeleid worden dat in de *tropen* niet alleen de productie, maar ook de destructie van plantenafval zeer groot is, zodat het daar in het algemeen niet tot ophoping van plantenafval komt. Veenvorming zal er slechts plaats kunnen vinden onder bijzondere, acclimatische omstandigheden. De veenvoorkomens in de tropen zijn dan ook steeds lokaal en vergeleken bij die van de gematigde luchtstreken gering in aantal, al kunnen de venen er, zoals in Oost-Sumatra, Maleisië, Java, Kalimantan en Sri Lanka, ook vrij grote oppervlakten beslaan.

In de *polaire gebieden* wordt weliswaar weinig dood plantenmateriaal geproduceerd, er vergaat echter nog minder. De lage temperatuur en de betrekkelijk grote vochtigheid, welke laatste een gevolg is van de zeer geringe verdamping, beïnvloedt namelijk het aerobe bacteriële leven in ongunstige zin. Hier komt het in het algemeen wel tot veenvorming, maar in een zeer langzaam tempo.

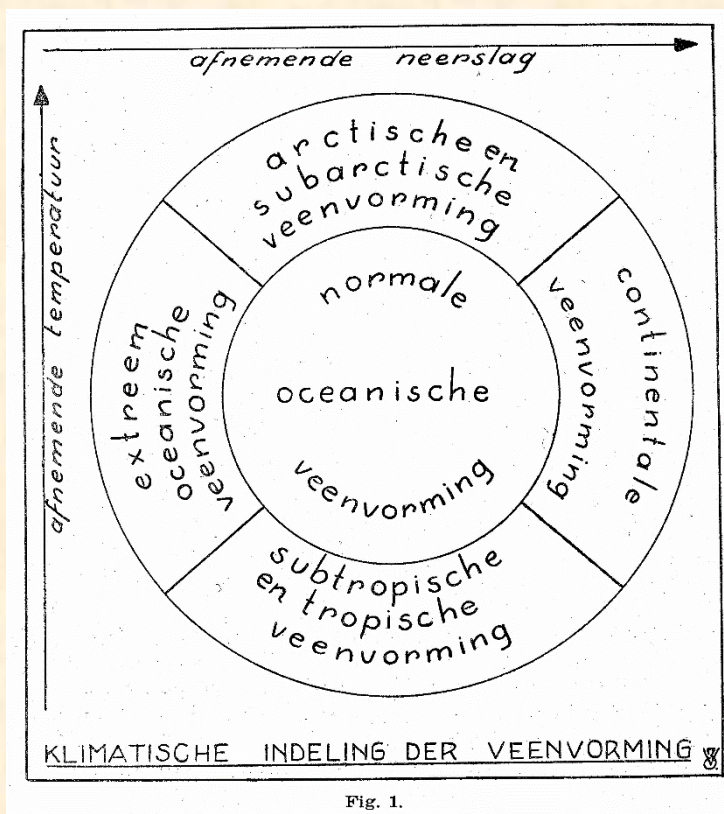
In de humide gematigde luchtstreken, waar de neerslag vrij regelmatig over het jaar verdeeld is en het minimum en het maximum van de neerslag samenvalt met die van de verdamping, houden de productie en de vernietiging van plantenafval elkaar in het algemeen goed in evenwicht. Zodra hier de factoren die het vergaan veroorzaken door de een of andere oorzaak ongunstig worden beïnvloedt, ontstaat er veen.

Het hoofdverbreidingsgebied van de venen is dan ook de *gematigde zone* van het noordelijk halfrond. Op het zuidelijk halfrond heeft de gematigde zone slechts een geringe verbreiding.

In de aride (droge) klimaten, d.w.z. in de woestijn- en steppengebieden, is veenvorming als gevolg van het klimaat uitgesloten, evenals in de streken, die voortdurend met ijs of sneeuw bedekt zijn. Veenvorming in water is in droge gebieden wel mogelijk.

Op grond van de temperatuur- en neerslagverhoudingen, is de 'klimatische' *veenvorming* als volgt in te delen (figuur 1).

- I) Veenvorming in de gematigde luchtstreken:
 - a) Normale oceanische veenvorming
 - b) Extreem oceanische veenvorming
 - c) Continentale oceanische veenvorming
- II) Arctische en subarctische veenvorming
- III) Subtropische en tropische veenvorming



De werkelijke *verspreiding van venen op aarde* heeft men tot op heden nog niet nauwkeurig in kaart kunnen brengen. Een kaart, die de verspreiding vrij goed weergeeft, is die van J. Früh en C. Schröter, die

zij publiceerden in hun werk: "Die Moore der Schweiz" in 1904. De totale veenoppervlakte op aarde mag op minstens 1 miljard ha geschat worden.

In *Europa* blijken de gebieden langs de Atlantische kusten van Noordwest-Europa het rijkst aan venen te zijn. Vooral Ierland, Schotland, Nederland, Noordwest-Duitsland en de westkust van Noorwegen bezitten uitgestrekte venen. Daarop volgen het Scandinavische schiereiland, Finland, Karelië, Kola, het noorden en midden van Europees Rusland, de Baltische landen, Polen en Noord-Duitsland. In de Midden Europese gebergten en hooggebergten zijn de venen wel zeer talrijk, maar beslaan ze in het algemeen geen grote oppervlakten. In Zuid-Europa zijn ze betrekkelijk zeldzaam en beperken zij zich in hoofdzaak tot de gebergten, zoals in Spanje, Corsica en het Balkanschiereiland. De totale veenoppervlakte in Europa wordt geraamd op 90.000.000 ha.

Van de veengebieden in Azië is weinig bekend geworden. Zonder twijfel hebben ze hun grootste verbreiding in de West-Siberische laagvlakte, waar zij zich vooral uitstrekken langs de rivieren, die naar het noorden stromen. In het oosten van Azië komen venen voor in het zuiden van Mantsjoerije, in China bij Peking en in Japan. De tropische venen in Azië werden reeds genoemd.

In *Noord-Amerika* strekken de grote venen zich vooral uit in het gebied van de grote meren, in het gebied dus, dat vroeger door landijs is bedekt geweest, wat ook het geval is in Europa. Verder worden ze aangetroffen in de Atlantische kuststaten, langs de Golf van Mexico, langs de Pacifische kust en in het gebergte, vooral in het noordwesten (Washington). In Canada komen ze vooral in het oosten voor en wel in Newfoundland, New Brunswick en New Scotland, waar de venen een sterke overeenkomst vertonen met die van Noord- en Midden-Finland.

In *Zuid-Amerika* zijn vooral Vuurland en de Falklandeilanden rijk aan grote venen. Deze venen vertonen overeenkomst met die van Ierland. Ook komen venen voor in de subtropische delen van de Braziliaanse kustvlakte (S. Catharina, Rio Grande do Sul), het noorden van Argentinië, evenals in de hogere gedeelten van gebergten.

Uit *Afrika* zijn heel weinig venen bekend geworden terwijl het vasteland van Australië zo goed als veenloos is. Op Nieuw-Zeeland en Nieuw-Guinea daarentegen komen ze wel voor.

Het veen als gesteente

Het vergaan van plantensubstantie geschiedt alleen onder toetreding van lucht; de *vervening*³ of humificering onder anaerobe omstandigheden.

Bij het eerste proces vindt een verbranding van plantenafval plaats langs biochemische weg, waarbij vooral water en koolzuur ontstaan, echter geen koolstofverbindingen. Chemisch kan dit proces ongeveer voorgesteld worden door: $(C_6H_{10}O_5) \cdot x + 6 O_2 = 5 H_2O + 6 CO_2$, waarin $(C_6H_{10}O_5) \cdot x$ de formule van cellulose voorstelt.

Bij de vervening ontstaat naast CO_2 , en H_2O ook nog moerasgas of methaan (CH_4). Daar waterstof en zuurstof sneller verdwijnen dan de koolstof wordt de veensubstantie hierdoor steeds rijker aan koolstof. Bij benadering kan dit proces als volgt voorgesteld worden: $8 C_6H_{10}O_5 = C_9H_6O + 7 CH_4 + 8 CO_2 + 3 H_2O$. Het verveningsproces is dus eigenlijk een inkolingsproces.

In tegenstelling tot het vergaan, dat zeer snel plaats vindt, verloopt het *proces van vervening* uiterst langzaam, zelfs zo langzaam dat van een seculair en dus van een geologisch proces gesproken mag worden.

Geologisch gezien is het veen, afgezien van de er op voorkomende en van plaats tot plaats variërende begroeiing:

- een opeenhoping van dood plantenmateriaal, waarin zich, zowel in verticale als in horizontale richting, wat de botanische samenstelling en afmetingen betreft zeer sterke verschillen kunnen voordoen;
- en waarin onder anaerobe omstandigheden, die in laatste instantie bepaald worden door klimaat en bodem, zeer langzaam chemische en fysische veranderingen optreden, ten gevolge waarvan de oorspronkelijke structuren van het plantenmateriaal verdwijnen en het C-gehalte toeneemt.

Het *veen is altijd een substantie in wording*, het is geen eindproduct met constante eigenschappen.

Bij nadere beschouwing van de veensubstantie blijkt zij steeds te bestaan uit een mengsel van meer of minder duidelijk te herkennen plantenstructuren en een grondmassa van meestal bruinzwarte stoffen zonder enige structuur.

Op welke wijze de bruinzwarte stoffen ontstaan is een zeer moeilijk op te lossen probleem. Volgens verschillende chemici kunnen zij ontstaan uit de oorspronkelijke stoffen van de planten, namelijk cellulose, pectine, lignine, proteïne, hars en wassoorten e.a. door reductie, oxidatie, condensatie, polymerisatie en aggregatie. Hoe het ook zij, er is in elk geval steeds een zekere verhouding tussen de nog onveranderde en de veranderde stof. In zeer jong veen bijvoorbeeld is dikwijls nog al het plantenmateriaal, waaruit het veen ontstond, duidelijk te herkennen. In oud veen daarentegen zijn de plantenstructuren vaak zeer moeilijk te determineren. Deze verhouding varieert dus zeer sterk en is op verschillende manieren vast te stellen.

Deze zogenaamde *humositeitsgraad* kan chemisch bepaald worden door verhitting van de veenstof met zwavelzuur en polarisatie van de ontstane vloeistof, nadat deze eerst ontleurd is. Hoe geringer het aantal polariserende stoffen is, des te verder is de humificering gevorderd.

Een andere methode, die veel toegepast wordt, is de "*persmethode*" van von Post en Granlund. Zij ontwierpen de volgende 10-delige schaal van de humositeit. Deze methode, die door de verveners in Nederland van oudsher ook toegepast werd om de kwaliteit van het veen te bepalen, heeft het grote voordeel dat zij al direct bij het veldonderzoek ter plaatse kan worden toegepast. De humositeitsschaal:

H1 Volkomen onvergane plantenresten: met de hand kan slechts bijna kleurloos water worden geperst.

H 2 Nagenoeg geheel onvergane plantenresten: het uitgeperste water is lichtbruin en vrijwel helder.

H 3 Zeer weinig vergane plantendelen: het uitgeperste water is troebel en bruin.

H 4 Zwak vergane plantendelen: het uitgeperste water is sterk troebel; er ontwijkt nog geen veensubstantie tussen de vingers door.

H 5 Tamelijk sterk vergane plantendelen: de structuur is echter nog duidelijk zichtbaar; het uitgeperste water is donkerbruin en zeer troebel, terwijl tevens enig veen tussen de vingers doorglijdt.

³ Het woord vervening wordt ook gebruikt voor *ontginning* der venen. Beter zou daarom misschien zijn te spreken van *invening*, evenals *inkoling* of te spreken van *uitvening* wanneer ontginning bedoeld wordt.

H 6 Vrij sterk vergane plantenresten: de structuur is onduidelijk. Ongeveer een derde deel van het veen glijdt bij persing tussen de vingers door. Het in de hand overblijvende deel heeft een duidelijker plantenstructuur dan het ongeperste veen.

H7 Sterk vergane plantendelen: ongeveer de helft glijdt bij persing tussen de vingers door. Het eventueel ontwijkende water is donker.

H 8 Zeer sterk vergane plantendelen: ongeveer tweederde glijdt bij persing tussen de vingers door. Het in de hand overblijvende deel bestaat in hoofdzaak uit weerstandskrachtige worteldelen, hout, enz.

H9 Bijna geheel vergane plantenresten: bijna al het veen ontwijkt tussen de vingers door. Structuur ontbreekt nagenoeg geheel.

H 10 Geheel vergane plantendelen: al het veen glijdt bij persing, zonder afgifte van water, tussen de vingers door.

Humositeitsfactoren. Uit het voorgaande mag niet afgeleid worden dat de humositeit een maatstaf zou kunnen zijn voor de bepaling van de ouderdom van het veen. De humositeit is namelijk ook nog van een aantal andere omstandigheden afhankelijk, zoals de oorspronkelijke samenstelling van de begroeiing, het tempo, waarin het materiaal werd opgehoopt en het vormingsmilieu van het veen. Planten die bijvoorbeeld rijk zijn aan cellulose, kurk, hars, was, kiezelzuur en kalk gedragen zich ten opzichte van de humificering meestal zeer resistent. Veen dat langzaam ontstaat is doorgaans ook sterker gehumificeerd dan veen dat snel in dikte toeneemt. Ook vertoont onder water gevormd veen meestal een geringere humificeringsgraad dan veen dat zich in een veel droger milieu ontwikkelde.

De bovengenoemde humositeitsfactoren bepalen tenslotte ook de *chemische samenstelling* van de veensubstantie. Op grond hiervan zou men kunnen verwachten, dat zij zeer verschillend is. Het is echter gebleken, dat deze in werkelijkheid in veel minder sterke mate varieert. In chemisch opzicht schijnt het veen dus bij voortschrijdende humificering de oorspronkelijke differentiatie steeds meer en meer te verliezen. Als scheikundige empirische formule voor veen vindt men meestal aangegeven $C_{25}H_{30}O_2$. (Voor bruinkool, steenkool en antraciet zijn deze resp. $C_{36}H_{30}O_9$, $C_{45}H_{30}O_5$ en $C_{84}H_{30}O_2$).

De *structuur* van het veen, het onderlinge verband van veendelen, wordt in hoofdzaak bepaald door de resistentie, de habitus van het plantenafval en de duur van de humificering. De structuur is dientengevolge zeer verschillend. De algemeen voorkomende structuur is die van een gehumificeerde grondmassa waarin vrij regelmatig verdeeld meer of minder duidelijk te herkennen plantenresten voorkomen. Zeer oud veen is meestal volkomen structuurloos. Daarentegen vertoont jong veen, dat meestal slechts weinig gehumificeerd kan zijn, de plantenresten in een nog vrijwel onveranderde toestand. Daartussen bestaan alle mogelijke overgangen. Veen, dat niet structuurloos of amorf is, heeft doorgaans een spons-, vilt-, vezel- of stroachtige structuur.

Het zijn de structuur en het nauw daarmee samenhangende watergehalte, die in hoofdzaak de *fysische eigenschappen* van het veen beheersen, zoals kleur, hardheid, soortelijk gewicht, volumegewicht of schijnbaar soortelijk gewicht, doorlatend vermogen, warmtegeleidend vermogen, zwellings-, krimping-, elasticiteit.

In de veenprofielen zijn in het algemeen de *kleuren* geel, bruin (licht- tot donkerbruin) en zwart de dominerende kleuren. Andere kleuren zijn veel zeldzamer en altijd lokaal. De kleur is in sterke mate afhankelijk van de oorspronkelijke begroeiing en van de humositeitsgraad. In het algemeen wordt de kleur donkerder naarmate het veen ouder wordt en het langer aan de buitenlucht heeft blootgestaan.

In natuurlijke toestand is veen altijd vochtig en zacht. Van *hardheid* is slechts sprake in gedroogde toestand, wanneer het veen tot turf geworden is. Dan kan de hardheid echter ook zeer groot zijn. De hardheid neemt toe met de humositeit, naarmate dus de gehumificeerde massa en dus ook het soortelijk gewicht groter wordt.

Het *soortelijk gewicht* van veen schommelt tussen 0,21 en 1,4. Veel kleiner is het volumegewicht, waarbij ook het poriënvolume is inbegrepen, namelijk 0,1 tot 1,0.

Veen bezit het vermogen om in zeer sterke mate water vast te houden. Zo kan veen, dat ontstaan is uit veenmos en nog weinig gehumificeerd is, zelfs zes keer zijn eigen gewicht aan water vasthouden; in luchtdroge toestand bestaat het altijd nog voor bijna de helft uit water. Het watergehalte van veen kan zelfs

meer dan 80% bedragen. Bij een groot watergehalte is het veen voor lucht en water zo goed als ondoordringbaar.

Het veen, dat door zijn donkere kleur de *warmte* goed vasthoudt, verwarmt zich sneller naarmate het droger is. Evenzo koelt het in dat geval ook sneller af. Veen gedraagt zich ten opzichte van de verwarming en afkoeling van de er zich boven bevindende lucht, vanwege zijn grote rijkdom aan water, als een wateroppervlakte. Het warmtegeleidend vermogen stijgt naarmate het veen een hoger soortelijk gewicht krijgt en vochtiger wordt. Wanneer veen indroogt, krimpt het. In het algemeen is de krimp nog sterker dan bij klei en wordt deze groter bij een stijgende humositeitsgraad. Overigens kan de krimp sterk variëren, zelfs nog in een en dezelfde veensoort. In heideveen bijvoorbeeld krimpen de houtige stengeldeeltes van de heide veel minder sterk dan het overige heideafval.

Verskillende veensoorten die indrogen, worden *irreversibel*, d.w.z. zij kunnen na droging niet meer in hun oorspronkelijke toestand teruggebracht worden. Wel kunnen droge turven uit een dergelijke veensoort oppervlakkig nat worden en kan water in gaatjes en spleetjes binnendringen; inwendig blijven ze evenwel kurkdroog. Irreversibel veen, dat erg krimpt, is alleen geschikt voor brandstof en is vrijwel altijd sterk gehumificeerd. Jong veen, zoals mosveen, dat weinig of niet krimpt, is *reversibel*, evenals enkele in water gevormde eutrofe veensoorten, die rijk zijn aan basen.

Een veenlaag wordt *botanisch* benoemd naar de plantensoorten of planten die tot de vorming daarvan het meest hebben bijgedragen. Daarnaast zijn er in een veenlaag altijd veensubstanties te onderscheiden die gevormd zijn uit de resten van andere, minder veelvuldig voorkomende, veenvormende planten. Plaatselijk kan het veen, dat uit het afval van deze begeleidende planten is ontstaan, zelfs de hoofdmassa uitmaken. De textuur, d.i. de wijze, waarop zulke nevenveensoorten in de hoofdmassa verspreid liggen, is zeer verschillend. Het veelvuldigst treden zij op als meer of minder dikke, veelal golvend verlopende laagjes in een grondmassa van veen, die zich kenmerkt door een gelijkmatige structuur of in een amorf grondmassa.

In het nog weinig gehumificeerde jonge *veenmosveen* dat een vrij gelijkmatige structuur bezit, komen dikwijls vrij regelmatig dunne en boven elkaar liggende heideveenlaagjes voor. In het bovenste deel van het oudere veenmosveen treedt deze veensoort daarentegen heel vaak op in de vorm van brede maar korte lenzen, die duidelijk als fossiele heidebulten zijn te herkennen. Zij kunnen zelfs een hoogte bereiken van ongeveer 1,20 m. Tussen zulke fossiele heidebulten in worden meestal de 10 tot 30 cm dikke, meer langgerekte lenzen aangetroffen van het strochtig glanzende Scheuchzeria-veen (waterlavendelveen). Dat is in het onderste deel van deze veenlaag dikwijls in honderden meters lange en zwak golvende banden van dezelfde dikte te vervolgen.

Rietveen kenmerkt zich door een amorf grondmassa met daarin vrij regelmatig verdeelde en in verse toestand glimmende wortelstukken en bladresten van het riet.

Zeggeveen kenmerkt zich door een fijne bladerige gelaagdheid, die vooral goed is vast te stellen in gedroogd zeggeveen; *bosveen* door zijn grote rijkdom aan boomstronken, wortels en takken, het kienhout (stobben), in een vrijwel amorf grondmassa; *wolgrasveen* komt zowel in laagjes als in lenzen en nesten in het mosveen voor.

Een zeer in het oog springend verschijnsel is de splijting ten gevolge van de indroging. Deze *splijtingsverschijnselen* zijn zeer goed waar te nemen aan veenwanden die reeds enige tijd aan de lucht hebben blootgestaan. In verband met de in het algemeen laagsgewijze sedimentatie van de veensubstantie vindt splijting meestal plaats langs de laagvlakken in min of meer horizontale richting. In andere richtingen vindt ook wel splijting plaats maar deze domineren niet. Uiteraard is de splijting het duidelijkst in veen dat sterk krimpt, d.w.z. in veen met een hoge humositeitsgraad.

Volkomen amorf veen, waarvan door de sterke humificering van een gelaagde structuur niets meer te bespeuren is, kenmerkt zich door een veel onregelmatiger splijting. Het verbreekt meestal in zeer onregelmatige stukken. Het allochtone veen bijvoorbeeld, dat in veenbeekjes en veenmeertjes werd afgezet en dat reeds voor de humificering door de golfslag uiterst fijn verdeeld was en een sterke krimp te zien geeft, verbreekt bij indroging zo sterk dat hieruit geen steekturf gegraven kan worden.

Wanneer sterk gehumificeerd veen aan de oppervlakte indroogt en verder verweert, ontstaat een losse veensubstantie van gemengd kruimelige tot pulverige structuur, de zogenaamde *veenmalm*, die in droge perioden gemakkelijk gaat verstuiven. Breekt ergens in een veengedeelte, dat aan de oppervlakte met veenmalm is bedekt, bij stormachtige wind brand uit, dan worden de brandende kruimels door de wind opgenomen en over grote afstanden door de lucht verplaatst. Spoedig staat dan al het veen in brand en gaan enorme hoeveelheden te velde staande turf verloren. Alles wat in zo'n veengedeelte brandbaar is, zoals woningen en zelfs schepen, valt ten prooi aan de vlammen. De blussing wordt zeer bemoeilijkt door de verstikkende veenrook die het waarnemen van de brand niet mogelijk maakt. Ook na blussing kan het vuur in veen dat sterk vermolmd en irreversibel is, in de diepte nog blijven doorsmeulen, zodat het vuur, zodra het bluswater verdampt is, weer kan oplaaien.

In Zuidoost Drenthe kenmerkte zich vooral de veenoppervlakte in het vroegere Rundedal door het voorkomen van zulk uiterst brandbaar veen. Hier kon het veen zelfs wekenlang ondergronds blijven voort smeulen. Het is dan ook niet ten onrechte dat men het waterschap, waarin zich dit veen bevond, Smeulveen heeft genoemd.

Bij indroging ontstaan aan de oppervlakte van amorf veen, evenals in klei, gewoonlijk vijf- tot zeskantige krimpscheuren die bij hevige regens weer dicht kunnen spoelen. Zulke *droogtespleten* treft men soms ook in het profiel, dus fossiel aan zodat zij in dat geval wijzen op een indroging van de toenmalige veenoppervlakte. In zulke fossiele droogtespleten wordt ook veelvuldig het typische veenmineraal, het doppleriet aangetroffen.

De meeste veensoorten vertonen bij indroging splijtingsverschijnselen wanneer zij een hoge humositeitsgraad bereikt hebben. Jong, nog weinig gehumificeerd veenmosveen vertoont deze niet; heideveen daarentegen altijd in meer of mindere mate. In de fossiele heidebulten lopen de splijtvlakken min of meer evenwijdig aan de oppervlakte daarvan. Het wolgrasveen echter, met zijn onregelmatige vezelige structuur en geringe krimp, vertoont zelfs bij de sterkste indroging geen splijting.

De belangrijkste veensoorten en veenmineralen

De veensubstantie kan naar haar botanische samenstelling en eigenschappen zeer sterk variëren. Zelfs veenmonsters uit een en hetzelfde profiel kunnen, zowel in verticale als in horizontale richting, over geringe afstanden grote verschillen vertonen, die, zoals reeds werd uiteengezet, in hoofdzaak berusten op de wisselingen in de botanische samenstelling en de humificeringsgraad. Het zal dan ook zonder meer duidelijk zijn dat de meest doeltreffende indeling van veensoorten gebaseerd is op de botanische samenstelling, d.w.z. de veensubstanties worden benoemd naar de plantenresten die er de hoofdmassa van uitmaken.

In niet al te sterk gehumificeerd veen zijn de hoofdcomponenten met het blote oog meestal goed te onderscheiden en te determineren, zoals in riet-, zegge-, wolgras-, heide- en veenmosveen. Moeilijker wordt de macroscopische determinering, wanneer het veenmos sterk gehumificeerd is, omdat de amorse, dikwijls vettig aanvoelende grondmassa van het veen weinig of geen duidelijk herkenbare plantenresten bevat. In dat geval zal een microscopisch onderzoek noodzakelijk zijn.

Wanneer in een veensubstantie meer dan één plantensoort massaal optreedt wordt zij benoemd naar de gezamenlijke hoofdbestanddelen. Zo zal rietveen, waarin ook veel resten van berken of zeggen voorkomen respectievelijk riet-berken of riet-zeggeveen genoemd worden. Het is wenselijk de meest vertegenwoordigde plant het eerst te vermelden.

Volgens Florschütz komen in een veen, dat zich als ombrogeen veen uit een topogeen veen ontwikkeld heeft, veelal de volgende veensoorten voor..Het daarbij om een *onderscheiding in veensoorten naar de botanische samenstelling*.

Phragmites-veen. Macroscopische kenmerken: brede en (in verse staat) glimmende wortelstokken van riet; amorfe grondmassa.

Carex-Menyanthes-Hypnaceeën-veen. Macroscopische kenmerken: roodbruine, aan de lucht zwart wordende, grondmassa; rode, bruine of zwarte, vaak glimmende zaden van waterdriblad; "nootjes" van zeggen; bladmos.

Betula-veen. Macroscopische kenmerken: hout en schors van berk; amorfe grondmassa.

Scheuchzeria-veen. Macroscopische kenmerken: wortelstokken van Scheuchzeria (dicht bijeenliggende knopen); vruchten van Scheuchzeria.

Andromeda-veen. Macroscopische kenmerken: takken en bladeren van lavendelheide.

Oxycoccus-veen. Macroscopische kenmerken: stengels en bladeren van veenbes.

Vaginatum-veen. Macroscopische kenmerken: pluizige bladschedenbundels van éénarig wollegras.

Calluna-veen. Macroscopische kenmerken: bochtige stamstukken en bebladerde takken van struikheide.

Cuspidatum-veen. Macroscopische kenmerken: dikwijls parallel liggende stengels (met zeer spitse bladeren) van Sphagnum cuspidatum; vaak bladeren van lavendelheide; gemakkelijk in dunne laagjes splijtbaar.

Cymbifolia-veen. Macroscopische kenmerken: stengels van Sphagnum imbricatum, papillosum en magellanicum (grote en brede bladeren).

Uit de botanische samenstelling kan vervolgens het vormingsmilieu van de veensubstantie afgeleid worden, immers het levensmilieu van de gedetermineerde planten of plantengesellschaften is bekend. Bij de onderscheiding in veensoorten naar de botanische samenstelling sluit dus een indeling aan die in feite gebaseerd is op de meer of mindere behoefte aan water van de planten.

Zij kan als volgt opgesteld worden:

1. Limnische slibafzettingen, die meer of minder veenachtig kunnen zijn; zij ontstaan in vrij diep water (geen veen!).
2. Telmatische veensoorten, uit planten die voortdurend met de wortels onder water staan.
3. Semi-terrestrische veensoorten, uit zogenaamde halflandplanten die afwisselend onder en boven water staan.
4. Terrestrische veensoorten, uit planten die boven de waterspiegel groeien, maar toch afhankelijk zijn van het grondwater.
5. Ombrogene veensoorten, uit planten die uitsluitend zijn aangewezen op de luchtvochtigheid.

Uit de botanische compositie en het vormingsmilieu van de verschillende veensoorten zijn op hun beurt de verschillen in fysische en chemische eigenschappen te verklaren. Ook deze eigenschappen kunnen tenslotte als basis dienen voor een indeling der veensoorten.

Een classificatie, berustende op de *verschillen in chemische eigenschappen* en die bij voorkeur door bodemkundigen wordt toegepast, is die, waarbij uitgegaan wordt van het gehalte aan voedende bestanddelen in de zuivere veensubstantie.

Hierbij worden onderscheiden:

1. Eutrophe veensoorten die rijk zijn aan basische voedingsstoffen; het gaat vooral aan kalk die voortdurend de humuszuren die er bij het verversingsproces ontstaan neutraliseert. Zij kenmerken zich voorts door een betrekkelijk hoog stikstofgehalte.
2. Mesotrophe veensoorten, met een gemiddeld gehalte aan voedingsstoffen; zij kunnen neutraal of zwak zuur reageren.
3. Oligotrophe veensoorten, die arm zijn aan voedende bestanddelen en steeds zuur reageren.

Voor de bepaling der veensoorten is het allereerst noodzakelijk de belangrijkste planten, die aan de veenvorming deelnemen, van elkaar te kunnen onderscheiden.

De planten, die op het veen voorkomen zijn doorgaans ook wel te vinden op de minerale gronden. Er zijn echter een aantal planten die bij voorkeur op een veenachtige bodem groeien. Door hun massaal of aaneengesloten optreden en hun weerstandsvermogen t.o.v. de humificering dragen zij het meest bij aan het ontstaan van veen. Dit zijn de veenvormende planten bij uitnemendheid. De minder veelvuldig voorkomende en minder resistente planten hebben voor het ontstaan van veen een veel geringere betekenis.

Van de veenvormende planten zijn de volgende de meest belangrijke :

Familie	Soorten
1. Sphagnaceae	veel soorten, w.o. vooral Sphagnum cymbifolium Sph. magellanicum Sph. medium Sph. compactum Sph. cuspidatum Sph. acutifolium
2. Bryinae	vooral Dricanum-, Polytrichum- en Hypnumsoorten
3. Scheuchzeriaceae	Scheuchzeria palustris (waterlavendel), tegenwoordig zeer zeldzaam, vroeger echter een belangrijke veenvormende plant
4. Ericaceae	Andromeda polifolia (lavendelheide) Erica tetralix (dop- of bezemheide) Calluna vulgaris (struikheide) Vaccinium oxycoccus (veenbes)
5. Empetraceae	Empetrum nigrum (kraai- of besheide)
6. Betulaceae	Betula pubescens (zachte berk) Alnus glutinosa (zwarte els)
7. Myricaceae	Myrica gale (gagel of Drentse thee)
8. Cyperaceae	Eriophorum vaginatum (éénjarig wollegras) E. angustifolium (veenpluis) Vele Carex-soorten (zegge-soorten) Scirpus caespitosus (veenbies)
9. Graminae	Molinia coerulea (bunt- of bentgras), Phragmites communis (riet)
10. Equisetaceae	Equisetum palustre (lidrus)
11. Gentianaceae	Menyanthes trifoliata (waterklaver)
12. Nymphaeaceae	Nymphaea alba (waterlelie) Nuphar luteum (gele plomp)

De belangrijkste veensoorten

Het Sphagnumveen of Veenmosveen

Het veenmos, dat van deze veensoort het hoofdbestanddeel vormt, heeft voor zijn groei een zeer grote luchtvochtigheid nodig. De zich in alle richtingen vertakkende veenmosplantjes vormen kussens of bulten die zich geleidelijk aaneensluiten tot veenmosheuveltjes, uit welke laatste vervolgens door samengroeiing een gesloten veenmosdek kan ontstaan. Terwijl de veenmosbulten aan de buitenzijde aangroeien, vindt binnenin, door de volkomen afsluiting van de lucht, vervening plaats.

In *weinig gehumificeerde toestand* zijn in dit veen de Sphagnumplantjes vrijwel onveranderd gebleven en steeds duidelijk te herkennen. De kleur is flets-geel tot bruin en wordt donkerder naarmate de humificering verder gevorderd is en er meer andere plantenresten deel van gaan uitmaken. Als begeleidende veenvormende planten treden vooral heide en wolgras op. Zeer jong veenmosveen heeft een vuilwitte tint (witveen). Het veenmos is in Nederland door de ontwatering van venen een zeldzame plant geworden.

In Nederland noemt men het jonge, nog weinig gehumificeerde veenmosveen, dat in de veenprofielen de bovenste laag vormt *grauwveen*, wanneer het vrij veel heide- en wolgrasresten bevat en *bolster*, wanneer deze er geheel of nagenoeg geheel in ontbreken. Vooral de bolster is zeer waardevol als grondstof voor de turfstrooiselbereiding. Door zijn sterk colloïdaal karakter en zijn sterk absorptievermogen kreeg het turfstrooisel een grote betekenis voor de land- en tuinbouw. Als brandstof heeft deze veensoort slechts een geringe waarde. De uit het grauwveen gestoken turf werd vroeger veel in bakkerijen gebruikt (bakkersturf).

In *sterk gehumificeerde staat* bezit het veenmosveen geheel andere kenmerken en eigenschappen. Van de Sphagnumstructuren is dan macroscopisch vrijwel niets meer te zien, terwijl de kleur bruin tot zwart geworden is (*zwartveen*). De resten van hout, heide en wolgras, die er in voorkomen, zijn meestal nog wel duidelijk waar te nemen. In tegenstelling met het jonge is het sterk gehumificeerde veenmosveen irreversibel, heeft het een geringe elasticiteit en een grote dichtheid. Voor de bereiding van turfstrooisel is het ongeschikt, als brandstof daarentegen had het grote waarde (fabrieksturf).

Wolgrasveen

Het wolgras verdraagt geen constant vochtige bodem maar is aangepast aan een grond waarin de vochtigheid voortdurend wisselt. Het vormt grote, vlakke, tapijtvormige kussens die vrij hoog (wolgrashorsten) boven de omgeving uitsteken (1-2 dm). Vrijwel altijd komt het in nesten, lenzen of in dunne laagjes van beperkte omvang in het Sphagnum- en in het heideveen voor. Kenmerkend voor dit veen zijn de bundels bruine haren, het zogenaamde lok, vlok of tas, de resten van de bladscheden en wortels van het wolgras.

Heideveen

De heidesoorten groeien op een bodem die arm is aan oplosbare minerale bestanddelen en verdragen geen langdurige droogte en vochtigheid. Van de twee belangrijkste heidesoorten *Erica tetralix* en *Calluna vulgaris* prefereert de eerste een iets vochtiger bodem dan de laatste. Bij toenemende vochtigheid wordt de heide op het veen door veenmos overwoekerd. Soms komt het op drogere plaatsen tot vorming van heidebulten welke fossiel in het mosveen vaak duidelijk zijn waar te nemen door hun donkere kleur en afwijkende spijtrichting. Het heideveen vormt zich langzaam, is sterk verweerd en kenmerkt zich door een amorfe grondmassa met duidelijk te herkennen heidetakjes en -blaadjes. Dikwijls treft men erin ook de blad- en stengelresten aan van *Empetrum nigrum* en *Andromeda polifolia*.

Scheuchzeriaveen (waterlavendelveen)

Scheuchzeria is een typische waterplant in oligotroof water die weliswaar tegenwoordig heel zeldzaam is maar tijdens het holoceen in vrij sterke mate heeft bijgedragen tot de veenvorming. Zij groeit in ondiepe veenpoelen en -plassen. In het veen, dat hieruit is ontstaan, kunnen de geelbruine, lichtglanzende stengels met de dicht opeen staande knopen en de eivormige 2-3 mm lange zaden met het blote oog vastgesteld worden. De structuur is vilt- tot stroachtig. Deze veensoort treedt vooral op in dunne lagen of lenzen in het Sphagnumveen, vooral in het onderste deel van het oude veenmosveen.

Bosveen

Dit veen is direct te herkennen aan de houtresten (kienhout), zowel van naald- als loofbomen.

a. Dennenveen. Van de naaldbomen draagt *Pinus sylvestris*, de grove den, het meest bij tot de veenvorming al is zuiver dennenveen een zeldzaamheid. Vrijwel altijd is deze veensoort sterk vermengd met heide- en mosveen. Vooral de wortelstoelen met het basale stamgedeelte zijn steeds goed bewaard gebleven. Zij zijn in de veenprofielen in een bepaalde horizon dikwijls over grote afstanden te volgen. De grondmassa van oud dennenveen is gewoonlijk amorf en voelt vetachtig aan. In droge toestand wordt het hard en verbrijzelt het sterk.

b. Berkenveen. Deze veensoort is samengesteld uit de resten van verschillende berkensoorten en is direct te herkennen aan de witte schorsdelen en witte berkenstammen. Het hout is in verse toestand week en oranje-rood en gemakkelijk als spek te snijden. In droge toestand is het hard en krijgt het een grijze tint. De berkenbladeren zijn vrijwel altijd betrekkelijk gaaf gebleven. De grondmassa is ook weer donker en amorf. Evenals bij het dennenveen variëren de eigenschappen met de humositeitsgraad. Heel jong berkenveen heeft een grondmassa van losse structuur.

c. Elzenveen. Ook deze veensoort is direct te herkennen aan de schors- en houtresten, vooral aan die van de zwarte els (*Alnus glutinosa*). Meestal ligt het elzenveen direct boven het rietveen. In verse toestand is de grondmassa vetachtig en roodachtig bruin van kleur. Bij indroging verbrijzelt het sterk. Elzenveen vertoont meestal een sterke vermenging met rietveen; berkenveen daarentegen met heide- en veenmosveen.

Wanneer de componenten van de berk en de els in vrijwel gelijke hoeveelheden optreden, spreekt men van moerasbosveen.

Zeggeveen

Dit veen bestaat in hoofdzaak uit de wortels en de driekantige stengels en bladeren van verschillende, dikwijls moeilijk van elkaar te onderscheiden zeggesoorten. De genese ervan kan zowel telmatisch als terrestrisch zijn. In het laatste geval is het sterker gehumificeerd. Meestal is dit veen vermengd met andere veensoorten als rietveen, *Cladium*- (galigaan) veen, *Scirpus*veen, *Eriophorum*veen of moerasbosveen. De eigenschappen kunnen zeer verschillen. De kleur is in zuivere en verse toestand vuilgeel tot bruin. De structuur is meestal stroachtig.

Rietveen

Het riet is de belangrijkste veenvormer in het open water. Typisch voor het veen dat hieruit ontstaat zijn de platgedrukte glimmende rietrhizomen. Kleur, dichtheid, structuur en andere eigenschappen variëren nogal en hangen nauw samen met de ouderdom. Zeer jong rietveen heeft een gele tint, een gering s.g. en een losse grondmassa, waarin duidelijk de halmen, wortelstokken en bladeren van het riet zijn waar te nemen. Oud rietveen daarentegen is donkerbruin tot zwart, heeft een vrij hoog s.g. en bestaat uit een amorfe grondmassa met platgedrukte glimmende wortelstokken. Het is dikwijls vermengd met zeggeveen (riet-zeggeveen).

Enkele andere veensoorten

Veel minder voorkomende soorten zijn *Narthecium*-, *Equisetum*-, *Iris*- en *Menyanthes*-veen. Tenslotte zijn er nog veensoorten die ontstaan uit plantenresten die door het water of de wind van elders zijn aangevoerd. Dit zijn allochthone veensoorten. Men treft ze bijvoorbeeld aan in verlandende veenmeertjes of -beekjes. Hiertoe behoort ook het veen dat ontstaat uit samengespoeld drijfthout en andere planten in stille rivierbochten, aan de einden van kanalen, enz. De allochthone veensoorten kunnen zoveel minerale bestanddelen bevatten dat ze niet meer als veensoort beschouwd mogen worden.

De veenmineralen

In het veen komen mineralen voor, die zowel van anorganische als organische oorsprong kunnen zijn.

Anorganische veenmineralen

1. Het bruine ijzererts ($2 \text{ Fe}_2\text{O}_3$, $3 \text{ H}_2\text{O}$), dat in of onder het veen optreedt in een klonterige vorm en dan limoniet genoemd wordt of in een losse vorm aan de oppervlakte als ijzeroer.

2. Het witte ijzererts (FeCO_3) of sideriet, dat in Nederland ook wel witte kien of witte kluun genoemd wordt ter onderscheiding van de zwarte of blauwe kien of kluun, het sterk gehumificeerde veenmosveen. In verse toestand is het vuilwit van tint en voelt het klei- tot vetachtig aan. Zodra het aan de lucht wordt blootgesteld,

krijgt het, ten gevolge van de oxidatie, een bruinrode kleur. Het komt vooral voor in de onderste eutrofe veenlagen in lenzen of lagen van geringe omvang en dikte langs veenmeertjes en -beekjes.

3. Het blauwe ijzererts ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$) of vivianiet.

Dit is in verse toestand niet van sideriet, waarin het ook veelvuldig voorkomt, te onderscheiden. Door oxidatie krijgt het echter een blauwe kleur (blauwsel).

Het komt ook afzonderlijk in het veen voor.

4. Ijzervitriool ($\text{FeSO}_4 + 7 \text{H}_2\text{O}$), dat in vochtig veen macroscopisch niet is waar te nemen, bij indroging echter door uitbloeiing als een witgele korst zichtbaar wordt.

5. Pyriet (FeS_2). Dit komt voor in kristallen of in microscopisch kleine bolletjes.

6. Verder kunnen in venen, die ontstaan zijn in de nabijheid van zeekusten, dikwijls aanzienlijke hoeveelheden keukenzout (NaCl) en glauberzout (Na_2SO_4) aanwezig zijn.

Organische veenmineralen

1. Doppliet, dit is humus in zijn meest zuivere vorm. In verse toestand is dit mineraal homogeen zwart, mat glanzend, ondoorzichtig, elastisch, waterhoudend en reukloos. In droge toestand is het hard, maar bros en verbreekt het schelpvormig. Door de gelijkenis met pek noemt men het veen dat veel doppliet bevat wel pekveen. Het mineraal komt vooral voor in de onderste veenlagen in holten tussen de wortels van de veenstobben of in andere holten of in spleten. Het treedt ook veelvuldig op aan de veenbasis en zelfs in de minerale ondergrond op de plaats van de vroegere plantenwortels.

2. Fimmeniet. Dit mineraal is onder water ontstaan uit ophopingen van stuifmeel. Door zijn hoog vetgehalte brandt het met een fel lichtgevende vlam.

3. Fichteliet is een koolwaterstofverbinding en een derivaat van hars, afkomstig van het naalddhout.

De belangrijkste veengassen

1. Methaan of moerasgas (CH_4), dat meestal niet zuiver is.

2. Zwavelwaterstof (H_2S).

De ontwikkeling van venen

Uit het veenonderzoek is gebleken dat de meeste venen uit een aantal boven elkaar liggende en onderling verschillende veenlagen⁴ bestaan en dat uit de stratigrafie de ontwikkeling van venen kan worden afgeleid. De *veenprofielen* echter kunnen, zelfs in een en hetzelfde veen, van plaats tot plaats zo sterk verschillen, dat het uiterst moeilijk wordt om tot een reconstructie van de veenontwikkeling te komen. In dat geval is het nodig de profielen die het sterkst afwijken en minder veelvuldig voorkomen, die dus klaarblijkelijk onder bijzondere omstandigheden zijn ontstaan, voorlopig te elimineren en de ontwikkeling af te leiden uit de talrijke andere algemeen voorkomende profielen. Later kunnen de bijzondere profielen geïnterpreteerd worden in het licht van het gevonden normale profiel. Op dezelfde wijze kan men ook te werk gaan ter verkrijging van een normaal profiel van grote veengebieden.

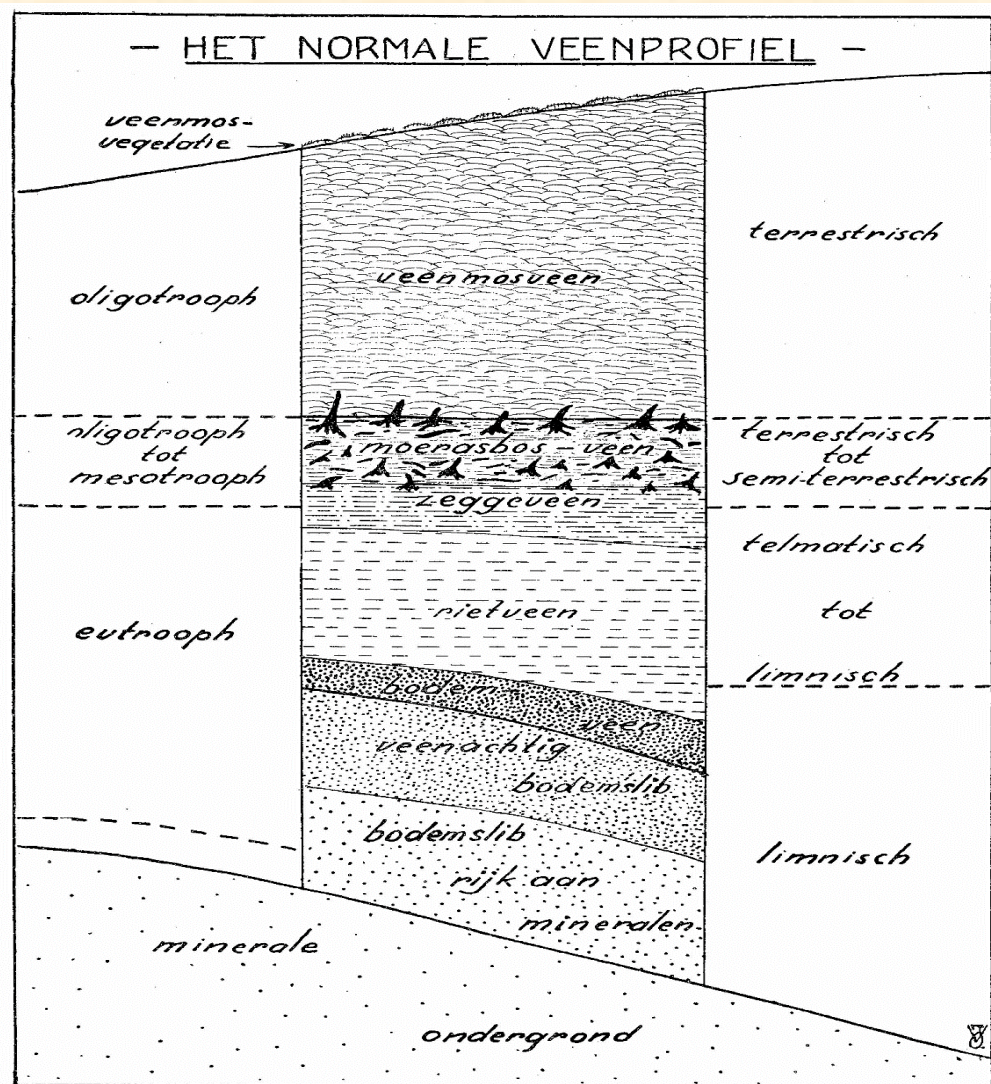
Voor de Nederlandse venen werden voor het eerst door Borgman omstreeks 1890 verticale veenprofielen opgesteld. Zijn schematische profielen berustten echter op een veel te gering aantal waarnemingen en bleken later in het algemeen onjuist te zijn. Hij heeft echter de verdienste de eerste in Nederland geweest te zijn die de venen onderwierp aan een verticaal, botanisch profielonderzoek. C. A. Weber, die ook veel heeft bijgedragen tot een betere kennis van de Nederlandse venen, slaagde er in voor de Noordwest-Duitse en de Nederlandse venen een normaal profiel op te stellen. Hij kon door zijn talrijke onderzoeken en op grond van zijn jarenlange ervaring een schema opstellen van de holocene venen. Het schema kan in het algemeen nog steeds aanvaard worden en is hier iets vereenvoudigd weergegeven (*figuur 5*). Hij gaat uit van de veenvorming in water, terwijl verder wordt aangenomen dat bodembewegingen en klimaatveranderingen tijdens de veengroei zich niet hebben voorgedaan.

Het eerste wat in dit profiel opvalt is de opeenvolging van *limnische, telmatische en terrestrische veenlagen*. Aanvankelijk vindt alleen sedimentatie plaats van bodemslib dat eerst rijk is aan minerale

⁴ Onder veenlaag verstaan we een duidelijk naar onderen en boven begrensd complex van veensedimenten met een bepaalde genese en met bepaalde petrografische-mineralogische eigenschappen in een verticaal veenprofiel.

bestanddelen, later een meer veenachtige samenstelling heeft (limnisch veen) en tenslotte een vrijwel zuivere plantaardige samenstelling krijgt. Morfologisch zou deze laatste afzetting bodemveen genoemd kunnen worden. Vervolgens wordt het bekken opgevuld met riet-, zegge en moerasveen tot even boven de oorspronkelijke waterspiegel (telmatisch veen). Tenslotte vormen zich daarop terrestrische veen sedimenten uit planten die boven de waterspiegel groeien en toch afhankelijk zijn van grondwater.

figuur 5



Dit normale of ideale veenprofiel (figuur 5) kenmerkt zich door een serie veenlagen die hun ontstaan te danken hebben aan een natuurlijke successie van plantengemeenschappen. Naarmate het veen hoger wordt en de oppervlakte zich verder verwijderd van de veenondergrond wordt de invloed daarvan op de plantengroei steeds geringer en die van het klimaat steeds groter. Naar het voedselgehalte zijn dan ook de onderste veenlagen in het normaal profiel steeds eutroof, die in het niveau van de oorspronkelijke waterspiegel mesotroof en de daarboven liggende oligotroof.

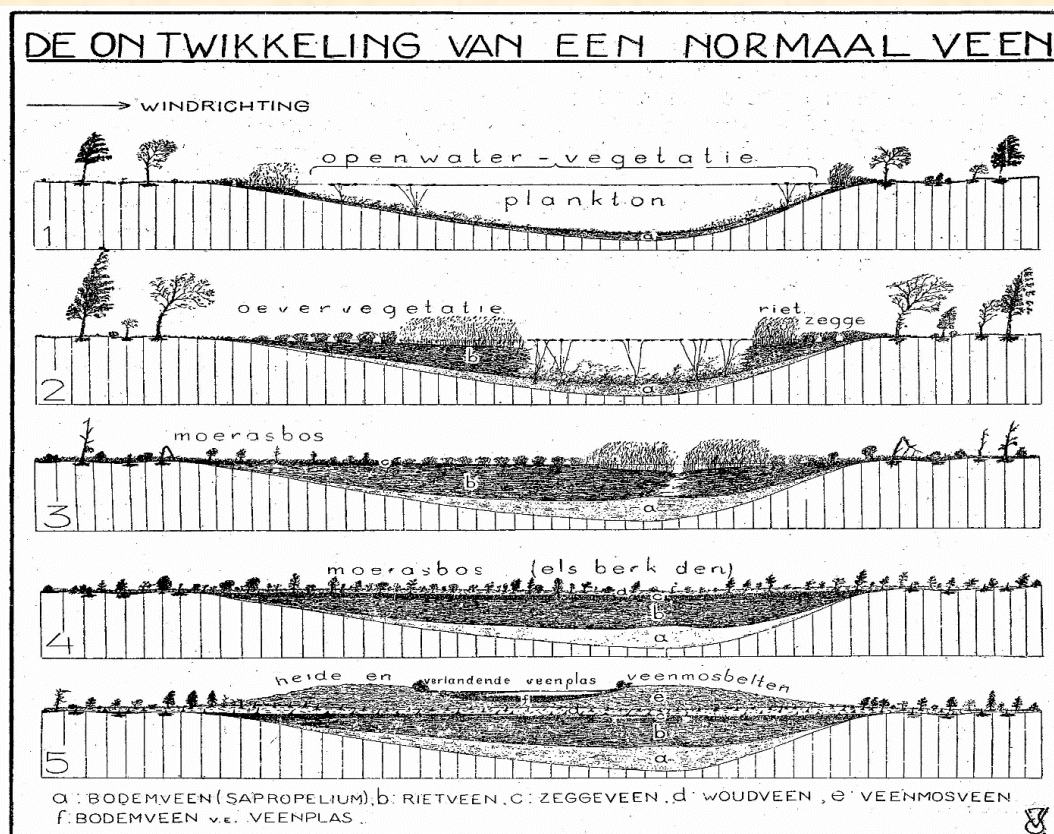
Wanneer een concave vorm van de aardoppervlakte met water gevuld wordt, zoals een kom of een bekken (zie figuur 7) zal het daarin in ons klimaat vrijwel steeds tot veenvorming komen. Op de bodem van zeer diepe kommen, die meer dan 6 m diep zijn, zal zich geen plantengroei kunnen ontwikkelen, aan de oevers daarentegen wel. Hier neemt de veenvorming dan ook een aanvang. In het diepe middendeel zal zich op de bodem aanvankelijk alleen slib afzetten. Dat wordt grotendeels door het afspoelingswater van het omringende land aangevoerd en het bestaat verder uit de afgestorven resten van het in het water levende plankton. De eerste veenachtige afzettingen zijn in verband hiermee rijk aan mineralen.

Later, wanneer zich aan de oevers veen heeft gevormd, komt in het middendeel ook fijn verdeeld veen dat door golfslag en stromingen wordt weggevoerd tot bezinking; daarentegen begint de aanvoer van minerale bestanddelen af te nemen. Naarmate het bodemslib wordt opgehoogd krijgt het steeds meer een

veenachtige samenstelling. Door de sedimentatie van bodemslib wordt de kom voortdurend ondieper en wordt op het bodemslib geleidelijk plantengroei mogelijk. Samen met het dode plankton vormen de afgestorven plantendelen een afzetting van bodemveen dat dus grotendeels van allochtone oorsprong is en nog als *limnische afzetting* beschouwd mag worden. Al deze sedimenten zijn niet of zo goed als niet als brandstof te gebruiken en behoren dus nog niet tot het veen.

Deze limnische afzettingen noemt men in Zweden, waar deze het best bestudeerd zijn, *gyttja*, wanneer ze in eutroof water en dy wanneer ze in oligotroof water tot bezinking zijn gekomen. In de Duitse literatuur heten ze *Mudden*. De naam *gyttja* wordt steeds meer en meer internationaal gebruikt.

figuur 6



De eigenlijke veenvorming in het open water kan beginnen nadat de diepte van het water tot + 2 à 2,5 m is verminderd (figuur 6). Eerst dan kunnen de veenvormende planten tot volle ontwikkeling komen. Deze planten behoren in het midden tot de *open-watervegetatie*, aan de oevers tot de *oevervegetatie*. Tot de open-watervegetatie kunnen gerekend worden die:

- planten in het bodemveen wortelen maar de oppervlakte niet bereiken;
- planten, die in het bodemveen staan en waarvan de bladeren en bloemen op het water drijven;
- drijvende planten.

De belangrijkste hiertoe behorende planten zijn de waterlelie, gele plomp, krabbescheren, hoornblad, pijlkruid, veenwortel, water gentiaan, azolla e.a.

Van de oevervegetatie zijn riet- en zeggegrassen de voornaamste veenvormers, daarnaast komen veelvuldig lisdodden, kalmoes, mattenbies en waterzuring voor.

Terwijl de resten van de open-watervegetatie tezamen met het afstervend plankton de bodem blijven ophogen, vindt de eigenlijke verlanding, de opvulling van de plas met veen, plaats van de oevers af. Dat gebeurt voornamelijk door riet dat jaarlijks een enorme massa dood plantenmateriaal oplevert. Het schuift met zijn wortelstokken gemiddeld enkele meters per jaar vooruit. Het riet wordt gevolgd door verschillende grote zeggesoorten die hun optimale levensvoorwaarden hebben op moerassige bodem of in zeer ondiep water. In het profiel wordt in normale omstandigheden het rietveen steeds door zeggeveen bedekt.

Zodra de kom tot de waterspiegel met veen is opgevuld begint de vorming van veen uit *halflandplanten*, dat zijn planten die nog grotendeels afhankelijk zijn van het bodemwater en de daarin aanwezige voedingsstoffen. Hiertoe behoren op de meest vochtige plaatsen vooral zeggen, waterklaver, wateraardbei, torkruid, munt, grote watereppe e.a. Voor de veenvorming zijn deze echter van weinig belang. Op de drogere plaatsen groeien vooral kleine zeggesoorten en grassen die minder eisen stellen.

Zodra de bodem een zekere stevigheid verkregen heeft begint meestal ook een vegetatie van *bomen*, eerst van elzen en wilgen, later ook van berken en dennen. Ook deze boomsoorten zijn nog steeds afhankelijk van de voedingsstoffen in de eronder liggende veenlagen. Het veen, dat uit deze planten ontstaat, kan op grond van zijn houtrijkdom *moerasbosveen* genoemd worden. Met de vorming van deze veenlaag is de verlanding eerst definitief beëindigd. Daar dit mesotrofe veen in het normale profiel de overgang naar de er op liggende oligotrofe veenlagen vormt, wordt het ook wel *overgangsveen* genoemd.

De oligotrofe veensedimenten ontstaan volgens Weber zodra het moerasbosveen zo dik begint te worden dat de vegetatie niet meer in staat is het voedselrijke grondwater uit de onderste veenlagen op te nemen. De mesotrofe vegetatie gaat kwijnen, de veenvorming vindt steeds langzamer plaats, het veen verweert, wordt steeds dichter en op de duur min of meer ondoorlatend voor water zodat t.o.v. de vochtigheid grote veranderingen optreden.

Het regenwater vult de lagere delen op en er ontstaan ondiepe plassen. Daarin ontwikkelt zich een oligotrofe waterflora die oligotroof *verlandingsveen* doet ontstaan. Voor het overige verschijnt op de moerasbosveenoppervlakte het *veenmos*. Deze veenvormende plant bij uitnemendheid, die zich tussen de bomen en struiken steeds uitbreidt, omknelt en het afsterven van bomen en andere planten verhaast. Waar het veenmos om de stammen van de bomen heen groeit, gaan deze op de grens van atmosfeer en veenoppervlak kegelvormig inrotten. Zij zullen dan eindelijk omvallen, door veenmos overwoekerd worden en tenslotte onder een laag veenmosveen bedolven raken.

Maar ook aan de vorming van *veenmosveen* komt een eind. Het veenmosveenlichaam breidt zich van binnen naar buiten uit zodat de randgedeelten altijd jonger zijn dan de centrale delen. Daardoor en tevens doordat de groeiomstandigheden voor het veenmos in het midden gunstiger zijn dan aan de randen, is de dikte in het kerndeel altijd groter dan in het randgedeelte en nemen met het ouder worden van het veen de dikteverschillen toe, ten gevolge waarvan de veenoppervlakte tenslotte een min of meer convexe vorm krijgt. Er kunnen zelfs hellingen voorkomen van 15°.

Naarmate het hoogteverschil tussen het rand- en het kerndeel toeneemt wordt de zijdelingse druk van het grondwater op de hellingen voortdurend sterker totdat deze ergens bezwijkt en het veenwater plotseling met grote kracht naar buiten komt en grote hoeveelheden veen meesleurt. De oorzaak van zo'n *hellingdoorbraak of veenuitbarsting* kan een langdurige sterke regenval zijn. Door het grote waterverlies kan de groei van het veenmos niet meer doorgaan, zodat de hellingdoorbraak als de beëindiging van de veenmosgroei beschouwd kan worden. De veenmosvegetatie eindigt veel geleidelijker wanneer het veen een *langzaam toenemende bovengrondse afwatering* verkrijgt. In elk geval blijkt steeds dat het veenmosveen, nadat het een zekere dikte bereikt heeft, eerst sterk in zijn groei belemmerd wordt om daarna geheel en al op te houden.

De hier in korte trekken geschetste ontwikkeling van het veen kan als normaal gelden voor de niet extreme vochtige zeeklimaten zoals die bijvoorbeeld worden aangetroffen in Nederland en Noordwest-Duitsland. Deze venen zijn van het maritieme of *oceanische type* (verg. [figuur 1](#)). In zeer vochtige en in drogere klimaten wijkt het veenprofiel in meer of mindere mate daarvan af.

In de extreem vochtige klimaten, zoals die van Schotland, IJsland, Far Oer, Shetland-, Orkney-eilanden, West Scandinavië, Vuurland, Falklandeilanden en de hogere delen van de gebergten, ontstaan venen die overwegend bestaan uit oligotrofe veensoorten. Zij hebben een *extreem oceanische facies*. Zij ontwikkelen zich thans onafhankelijk van de aardoppervlakte en zijn reliëfbedekkend, hetgeen bij het begin van de veenvorming zeker niet het geval was. Het veenmosveen treedt in deze venen sterk op de achtergrond. Dit wordt vooral vervangen door veen uit Cyperaceeën en associaties van *Vaccinium-Empetrum Scirpis-Eriophorum* e.a. Aanvankelijk hebben ook deze venen zich moeten ontwikkelen in afhankelijkheid van de

veenondergrond hetgeen intussen voor verschillende venen is aangetoond. De onderste veenlagen vertonen namelijk een sterke overeenkomst met die van het normale profiel. Bij toenemende neerslag zouden ook onze venen eenzelfde bouw krijgen en reliëfbedekkend worden.

In drogere, meer continentale klimaten, zoals die voorkomen in Zweden, in Finland, in Oost-Europa, Noord-Azië en Noord-Amerika zijn de omstandigheden voor de veenvorming veel minder gunstig. Hier zijn de venen tijdens hun groei steeds in meer of mindere mate afhankelijk gebleven van het reliëf van de ondergrond en bestaan zij overwegend uit bosveen dat vrij regelmatig over het gehele profiel voorkomt. Zij worden daarom ook wel bosvenen genoemd. Ook tegenwoordig zijn ze meestal nog met bos begroeid. Het veenmosveen treedt als gevolg van een te geringe vochtigheid sterk op de achtergrond en als gevolg daarvan breiden zij zich ook veel minder sterk uit dan de venen van het normale, oceanische type. Zij hebben een *continentale facies*.

In gebieden met een lage gemiddelde jaartemperatuur, zoals in de *subarctische en arctische streken* van Europa, Noord-Azië en Noord-Amerika, is de veenvorming een gevolg van de geringe verdamping waardoor zelfs bij een geringe neerslag de bodem steeds vochtig blijft. De veenvorming beperkt zich hier niet uitsluitend tot de lagere delen maar is algemeen. De venen zijn doorgaans reliëfbedekkend. Voor de veenmosgroei is de vochtigheid in het algemeen te gering en zijn de temperaturen te laag zodat ook in deze venen het veenmosveen sterk op de achtergrond treedt. Er treden andere, eveneens weinig eisen stellende plantenassociaties, vooral zeggen, voor in de plaats.

In *warme gebieden*, zowel in de droge continentale, subtropische als vochtige tropische klimaatgebieden, is klimatische veenvorming alleen mogelijk op hoog gelegen plateau's en in de gebergten. De hier sporadisch voorkomende venen in de lagere delen zijn typische verlandingsvenen.

De normale ontwikkeling van een veen kan door tal van oorzaken gestoord worden. De *chemische beïnvloeding* die gewoonlijk uitgaat van het grondwater (eventueel bronwater) en het oppervlaktewater is in de koude streken gewoonlijk geringer dan in de warme, vochtige streken, waar een gemakkelijker en snellere verwerking plaats vindt. De chemische inwerking is in hoofdzaak afhankelijk van de samenstelling van het omliggende of het er onder liggende gesteente. De meest remmende invloed op de veenvorming heeft een kalkhoudende bodem, omdat de veenvormende landplanten en vooral de veenmossen kalkvliedend zijn. Op vast kalkgesteente is veenvorming bovendien vrijwel uitgesloten, doordat het regenwater daarin snel wegzakt. Gesteenten die weinig kalk bevatten bevorderen daarentegen de vorming van oligotroof veen, zoals de granietische gesteenten van Finland en Canada. In deze landen zijn dus zowel de bodem- als de klimaatomstandigheden gunstig voor de oligotrofe veenvorming. Een humeuze omgeving bevordert deze veenvorming eveneens, kalkrijke bronnen daarentegen beïnvloeden haar in ongunstige zin.

Ook het *petrografische* karakter van de gesteenten en de *topografische* omstandigheden van de aardoppervlakte hebben invloed op de normale gang van de veenvorming. Venen kunnen daardoor ook in gebieden, waarin de klimaatvoorwaarden voor de veenvorming gunstig zijn, in het geheel niet tot ontwikkeling komen. Zo ontbreken venen in streken met doorlatende gesteenten waarin de grondwaterspiegel meestal zeer laag is en in zeer smalle dalen of op berghellingen met een goede afwatering.

Verder kunnen ook *endogene krachten* de normale ontwikkelingsgang wijzigen.

Een positieve niveauverandering, waarbij dus de zeespiegel rijst t.o.v. het land, heeft een stijging van de grondwaterspiegel tot gevolg, waardoor een eventueel reeds aanwezige oligotrofe veenvorming kan ophouden en een eutrofe er voor in de plaats kan treden. Bij een snelle bodemdaling of zeespiegelrijzing kan de veenvorming ophouden en het reeds aanwezige veen met anorganisch sediment bedekt worden. Bij een zeer langzaam plaatsvindende positieve niveauverandering, of wanneer het tempo daarvan gelijke tred houdt met de veenophoging, kan de oligotrofe veenvorming doorgaan, vooral ook omdat de uitbreiding van de zee gepaard gaat met een uitbreiding van het voor de veenvorming gunstige zeeklimaat in de richting van het land.

Een negatieve niveauverandering, die een daling van de grondwaterspiegel tot gevolg heeft, kan doordat het veen ontwaterd wordt, een eind maken aan de veenvorming.

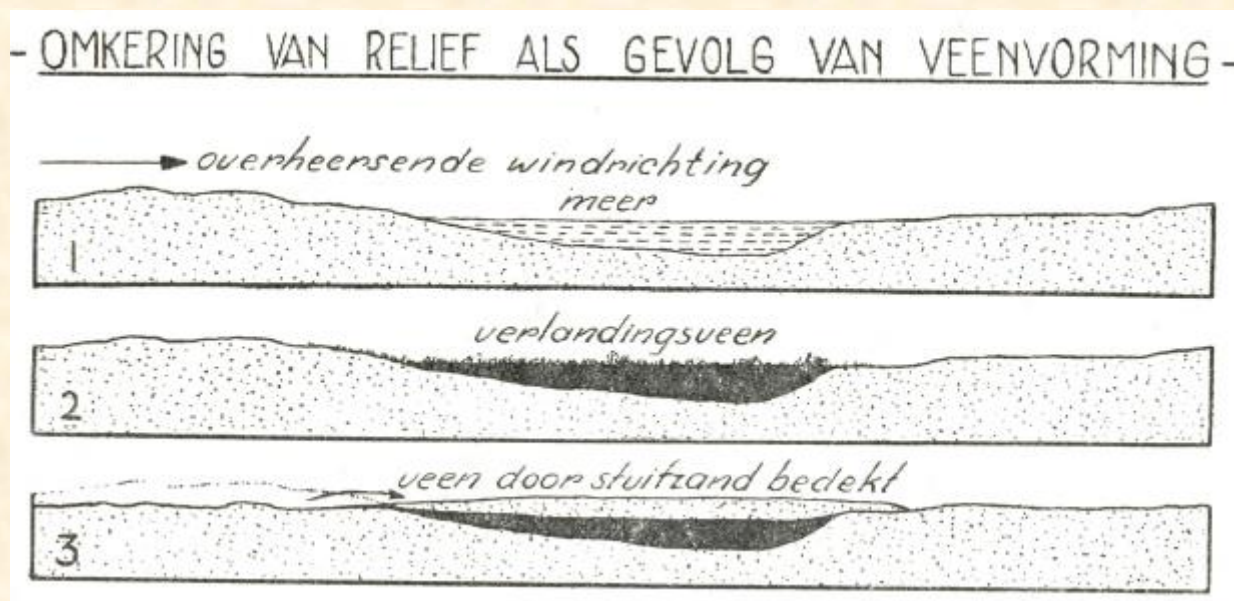
De veenvorming kan ook gestoord worden door *vulkanische werkzaamheid*, zoals dat op IJsland het geval is waar venen onder vulkanisch gesteentemateriaal bedolven werden. Dit veen kreeg het karakter van bruinkool en wordt er nu ontgonnen als “*surturbrand*”. Ook bevatten verschillende IJslandse venen aslagen.

Tenslotte kunnen ook *exogene krachten* zoals landijs, regenwater en effecten van wind de ontwikkelingsgang van venen sterk beïnvloeden.

Door *gletsjers*, die vooruitgaan, kunnen venen in de dalen van het hooggebergte geheel vernietigd worden. Door het overvloedige *regenwater* kunnen in de venen erosiegeulen ontstaan hetgeen dikwijls het geval is in Ierland. Door dergelijke geulen wordt het veenwater afgevoerd en het grondwater verlaagd, zodat de veengroei vertraagd kan worden of zelfs geheel en al kan ophouden. Een droger worden van het klimaat heeft dezelfde gevolgen voor de veenvorming. Ook is het mogelijk dat venen onder gesteentemateriaal bedolven worden of een sterk mineralische samenstelling krijgen.

In de kuststreken van Nederland worden vaak veensedimenten aangetroffen die onder *duinzand* begraven zijn. Zo werd bij Overveen veen aangetroffen tussen verweerd duinzand (onder) en onverweerd duinzand (boven). Op Ameland ligt een oligotroof veen onder een 10 m dikke laag duinzand. Bij Vogelenzang werd eveneens een verlandingsveen aangetroffen onder een duinzandafzetting van ongeveer 70 cm dikte. Dit veen rustte op zeezand. Het bestond onderaan uit zeggeveen, in het midden uit schelprijk veenslib en bovenaan uit moerasbosveen. Tijdens de vorming van dit veen trad dus ook een storing op die waarschijnlijk moet worden toegeschreven aan een tijdelijke overstroming door zeewater.

Ook verder landinwaarts treft men vaak veentjes aan, die geheel en al door *windzanden* bedekt zijn. Op de Drentse heidevelden worden deze veentjes door de bewoners van naburige dorpen vaak uitgeveend ten behoeve van de eigen brandstofvoorziening. Deze veentjes ontstonden meestal in vlakke, ondiepe, met regenwater gevulde kommen en kenmerken zich dientengevolge overwegend door oligotrofe veensoorten. Het veen heeft vaak een hoog zandgehalte doordat reeds tijdens de veenvorming door de wind zand werd toegevoerd. Na de verlanding werden zij met stuifzand overdekt. De aanvoer van zand werd groter dan de productie van veen mede onder invloed van de vochtige bodem en de vegetatie, waardoor het zand werd vastgehouden,. Soms kon op de plaats van de vroegere holle vorm, die voor de veenvorming bestond, een min of meer bolle oppervlakte ontstaan, d.w.z. er kon omkering van reliëf plaatsvinden (figuur 7).



figuur 7

Het is niet toevallig dat venen of veenachtige terreinen dikwijls voorkomen in de nabijheid van *zandverstuivingen*. Op verschillende plaatsen in Nederland heb ik dit kunnen vaststellen. Zeer treffend is dit

in de omgeving van Soest waar het Soesterveentje vlak bij de Soesterduinen ligt. De tegenstelling in landschapskarakter is hier wel bijzonder sterk. Het thans vrijwel geheel uitgeveende Soesterveen werd als weidegebied in gebruik genomen. De Soesterduinen wekken de indruk van een woestijngebied. Deze tegenstelling veen en duin kan m.i. in het algemeen als volgt verklaard worden.

Aanvankelijk was er geen veen en geen zandverstuiving op de vlakke of zacht hellende zandbodem aanwezig. Daarna kreeg de wind vat op een bepaald gedeelte van de zandoppervlakte en voerde het zand mee om het in de nabijheid in de vorm van duinen weer af te zetten. Er ontstond de tegenstelling uitwaaiingsgebied en accumulatiegebied. In het uitwaaiingsgebied kon het zand tot op ongeveer de grondwaterspiegel worden weggevoerd. Op de door het grondwater voortdurend vochtig gehouden bodem kon het later gemakkelijk tot veenvorming komen. Dit gebeurde vooral wanneer de uitwaaiingskom door de een of andere oorzaak met water gevuld werd, bijvoorbeeld als gevolg van een vochtiger wordend klimaat of een positieve niveauverandering.

In de Soesterduinen wordt de oude, oorspronkelijke oppervlakte, die er voor de veenvorming bestond duidelijk aangegeven door het verloop van de oerbank (humuszand steenbank) en de grijze, uitgeloopte loodzandlaag die daarop ligt, op enige diepte onder het duinzand. Op grond hiervan lijkt het niet waarschijnlijk dat het heideprofiel onder het Soesterveen aanwezig is. Wel is het waarschijnlijk dat de Soesterduinen reeds aanwezig waren voor de veenvorming begon. Dat het zand ook nog tijdens het begin van de veenvorming aan verstuiving onderhevig was bewijzen de onderste preboreale zeer zanderige veensedimenten. Het spreekt vanzelf dat de duinen zich later nog verplaatst kunnen hebben. Ook nu zijn ze ten dele mobiel, het aangrenzende bos is namelijk op verschillende plaatsen onder stuifzand bedolven. De verlandingsvegetatie is in het als natuurmonument gereserveerde deel van het Soesterveen nog goed waar te nemen.

Het zeewater kan laaggelegen kustvenen sterk *verzilt* evenals zouthoudende bronnen onder het veen. Het spreekt vanzelf dat als gevolg daarvan de veenafzettingen een afwijkende botanische en chemische samenstelling vertonen. De huidige flora bestaat dan eveneens uit typische halofyten. Een voorbeeld van zo'n zouthoudend veen is de Rosentalmoor bij Greifswald. Ook door kalk- en ijzerhoudend water verkrijgt veen een abnormaal karakter. Overigens werd in de Middeleeuwen uit verzilt veen (darink) zout gewonnen (selnering, zoutzieden). Het 'darinkdelven' leidde uiteindelijk tot grote dijkdoorbraken in Zuidwest Nederland, waardoor Reimerswaal en de Dordtse Waard ten onder gingen.

Venen kunnen ook door *zee- of rivierwater* overstroomd worden en er zelfs geheel en al door vernield worden. Aan het strand is soms aantasting van veen door de branding waar te nemen. Grote gedeelten van het Nederlandse veen werden bedolven onder rivier- en zeesediment. Bij Kapelle (Goes) b.v. ligt een verlandingsveen ingesloten tussen zeezand (onder) en zeeklei (boven). Op Tholen ligt veen van 1,70 dikte onder een 3 m dikke afzetting van zeeklei, enz.

De *wind* heeft op een vochtige begroeide veenoppervlakte geen vat. Op uitgedroogde daarentegen kunnen venen, die zich kenmerken door een geringe begroeiing, de losse kruimelige veenmool opnemen en veenverstuivingen doen ontstaan (*Mullwehen*).

Indeling van venen

De verschillen die er bestaan tussen de venen onderling wat betreft hun genese, samenstelling en geografische ligging, maakt het wenselijk ze op de een of andere wijze in te delen. De eerste moeilijkheid die zich hierbij echter voordoet is dat het begrip veen tot op heden nog niet nauwkeurig omschreven is, in hoofdzaak een gevolg van de omstandigheid dat het veen studieterrain is van verschillende wetenschappen.

Het zijn vooral botanici, geografen, geologen, pedologen en technici, die het veen bestuderen. Elke onderzoeker spreekt weliswaar van veen, maar heeft daarbij toch een verschillende gedachten-associatie. Zo konden de *botanici*, van wie het eerste wetenschappelijke veenonderzoek uitging, reeds van veen spreken wanneer de begroeiing van een terrein zich kenmerkt door een veenvegetatie, zelfs al is er onder

het plantendek geen veensubstantie te bespeuren. Vroeger onderscheidde men zelf veen met een minerale bodem en veen met een veenbodem. Een *geoloog* spreekt slechts van veen wanneer hij een afzettingsgesteente van plantaardige oorsprong waarneemt, ook al ontbreekt elk spoor van een begroeiing. In de praktijk kan dit er toe leiden dat een plantkundige een gebied als veen aanwijst terwijl de geoloog geen veen kan vast stellen. Een *geograaf*, *bodemkundige* of *technicus* ziet het veen weer uit een andere gezichtshoek.

Intussen heeft het niet aan pogingen ontbroken om tot een algemeen bevredigende omschrijving van het *begrip veen* te komen. Zij kunnen echter als mislukt beschouwd worden. Zelfs is men niet tot overeenstemming gekomen hoe groot de afmetingen in verticale en horizontale richting moeten zijn om een gebied als veen in kaart te brengen wat toch van groot belang is om een juist beeld te krijgen van de verspreiding van venen op aarde. Nu eens wordt de minimale dikte aangenomen van 20 cm, dan weer van 50 cm. De veendikte, die de verschillende veenonderzoekers aannemen om een veenafzetting als veen in kaart te brengen, varieert van 10 tot 100 cm. Ook betreffende de horizontale afmetingen heerst geen eenstemmigheid. Oppervlakten van 1/2 tot 1 ha worden op de kaarten met een schaal van 1 : 25.000 tot 1 : 100.000 meestal nog in kaart gebracht. Het behoeft geen nader betoog dat de kaarten die de verspreiding van de venen weergeven slechts een onvolkomen indruk geven van de veenverspreiding en dat de praktische waarde van deze kaarten zeer gering is.

Evenmin als de definitie van veen zijn ook de bestaande *indelingen* van venen niet in alle opzichten bevredigend. De oudste indeling, waarbij de venen onderscheiden worden in *hoog*-, *moeras*- en *laagveen* heeft zich, ondanks de latere indelingen, nog steeds weten te handhaven. In haar wetenschappelijke vorm is zij afkomstig van de grondlegger van de veenkunde Dr. W. C. Staring. Hij spreekt van laagveen wanneer de veenoppervlakte gelijk ligt met die van de omringende wateren terwijl hoogveen boven de omliggende gronden verheven liggen en alleen daar water bevatten waar zulks belet wordt weg te vloeien (veenmeertjes !). Later voegde hij er nog het moerasveen aan toe dat de overgang vormt van laagveen naar hoogveen. Helaas gaf Staring aan de woorden hoog- en laagveen nog een tweede betekenis. Het laagveen, dus het veen dat thans beneden de zeespiegel ligt, zou ontstaan zijn in water; het hoogveen, dus het boven de waterspiegel gevormde veen, uit landplanten.

Hij koppelde de topografische indeling vast aan een genetische, hetgeen in de veenliteratuur een grote verwarring teweeg heeft gebracht. Zijn indeling is alleen aanvaardbaar voor de venen die zich tegenwoordig beginnen te vormen. Venen in wording echter zijn zo goed als niet meer aanwezig. De meeste venen en zeker die in Nederland zijn fossiel, zodat deze indeling slechts nog weinig praktische waarde heeft.

Toch worden de benamingen van Staring op de nieuwe geologische kaart van Nederland nog gehandhaafd. Hierbij moet echter uitdrukkelijk opgemerkt worden dat dit gedaan is omdat deze algemeen ingeburgerde woorden vrijwel onuitroeibaar geworden zijn. Bovendien is de onderscheiding op deze kaart uitsluitend gebaseerd op de ligging van de venen ten opzichte van de tegenwoordige waterstand. Op de botanische samenstelling wordt in het geheel niet gelet zodat het een zuiver *topografische indeling* is. Het is heel goed mogelijk dat b.v. een hoogveen op de geologische kaart een in water gevormd veen en een laagveen een boven water gevormd veen is.

Intussen werd reeds onomstotelijk vastgesteld dat het meeste zogenaamde "laagveen" zich boven de waterspiegel gevormd heeft, maar dat dit ten gevolge van bodemdaling of zeespiegelrijzing onder water is geraakt of, zoals Tesch het uitdrukt, "verdronken" is. Fröh stelde reeds in 1885 vast dat bij Nieuwediep, op Zuid-Beveland en bij Leeuwarden mosvenen voorkwamen die beneden A.P. lagen. Omgekeerd behoeven de thans boven de waterspiegel liggende venen niet uit louter landplanten te bestaan. Integendeel, aan hun basis blijken ze meestal uit resten van waterplanten te zijn samengesteld. Hieruit blijkt tevens, dat het niet mogelijk is een veen te definiëren naar de samenstelling van de bovenste veenlaag.

Maar, ook al zou men de botanische samenstelling van het gehele veen kennen, dan nog zou het in de meeste gevallen door de van plaats tot plaats zeer sterk variërende samenstelling en bouw ondoenlijk zijn het veenlichaam in zijn geheel botanisch te karakteriseren. Hoe belangrijk de botanische naamgeving ook

moge zijn voor de bepaling van veensoorten en veenlagen, als grondslag voor de indeling van venen is ze minder geschikt, zo niet ongeschikt.

Een andere indeling is die, waarbij uitgegaan wordt van het *vormingsmilieu* dat bepaald wordt door bodem en klimaat. Hierbij worden onderscheiden:

1. *Klimatische venen*, die hun ontstaan alleen te danken hebben aan klimaatomstandigheden en onafhankelijk zijn van de bodem, zowel wat hun structuur als wat hun oppervlaktevormen betreft.
2. *Klimatisch-topografische venen*, waarbij de veenvorming bepaald wordt door klimaat en bodem.
3. *Topografische venen*, waarbij de veenvorming bepaald wordt door bodemverhoudingen.

In de nieuwere literatuur wordt vaak een vrijwel gelijke indeling van L. von Post toegepast:

1. *Ombrogene venen*, die hun ontstaan te danken hebben aan het op hun oppervlakte vallende regenwater.
2. *Soligene venen*, die behalve door het regenwater ter plaatse ook nog regenwater (afspoelingswater) toegevoerd krijgen van de omgevende hoogten.
3. *Topogene venen*, waarvan de genese uitsluitend bepaald wordt door topografische omstandigheden.

De beide laatste indelingen geven zonder twijfel de eerste oorzaken van de veenvorming en die van de huidige veenvorming aan de oppervlakte van venen duidelijk aan. Zij blijken echter ook van geringe waarde te zijn voor de karakterisering van het veenlichaam als geheel. In dat opzicht voldoen zij evenmin als de botanische indeling of als de onderscheiding in eutrofe, mesotrofe en oligotrofe venen, want zuiver topogene, soligene en ombrogene venen zijn zeldzaam. Ook deze indelingen zouden bevredigend zijn wanneer het milieu voor de veenvorming tijdens de veengroei gelijk bleef.

Dit is niet het geval. In de eerste plaats veroorzaakt de *veensedentatie* zelf veranderingen in het milieu. Daarenboven wijzigen zich tijdens de veengroei ook de klimaat- en bodemverhoudingen voortdurend. Het klimaat kan voor de veenvorming gunstig of ongunstig worden, de bodem kan tijdens de ontwikkeling van het veen rijzen of dalen en daardoor de veenvorming belemmeren of bevorderen. Een veen, dat topogeen van oorsprong is, kan bij toenemende vochtigheid later soligeen of ombrogeen worden. Kortom, ook klimaat en bodemfactoren, die aan voortdurende wisselingen onderhevig zijn, kunnen geen bevredigende grondslag vormen voor de veenindeling.

Ook de indeling van J. van Baren, die hij publiceerde in zijn *Bodem van Nederland* (Nr. 2) voldoet niet. Hij ging uit van het feit dat voor de veenvorming in de eerste plaats een zekere graad van vochtigheid nodig is die afkomstig kan zijn van stilstaand of van stromend water, van grondwater of bronnen en van regen of sneeuw. Op grond hiervan meende hij de Nederlandse venen als volgt te kunnen indelen:

Autochtone venen of onverplaatste venen

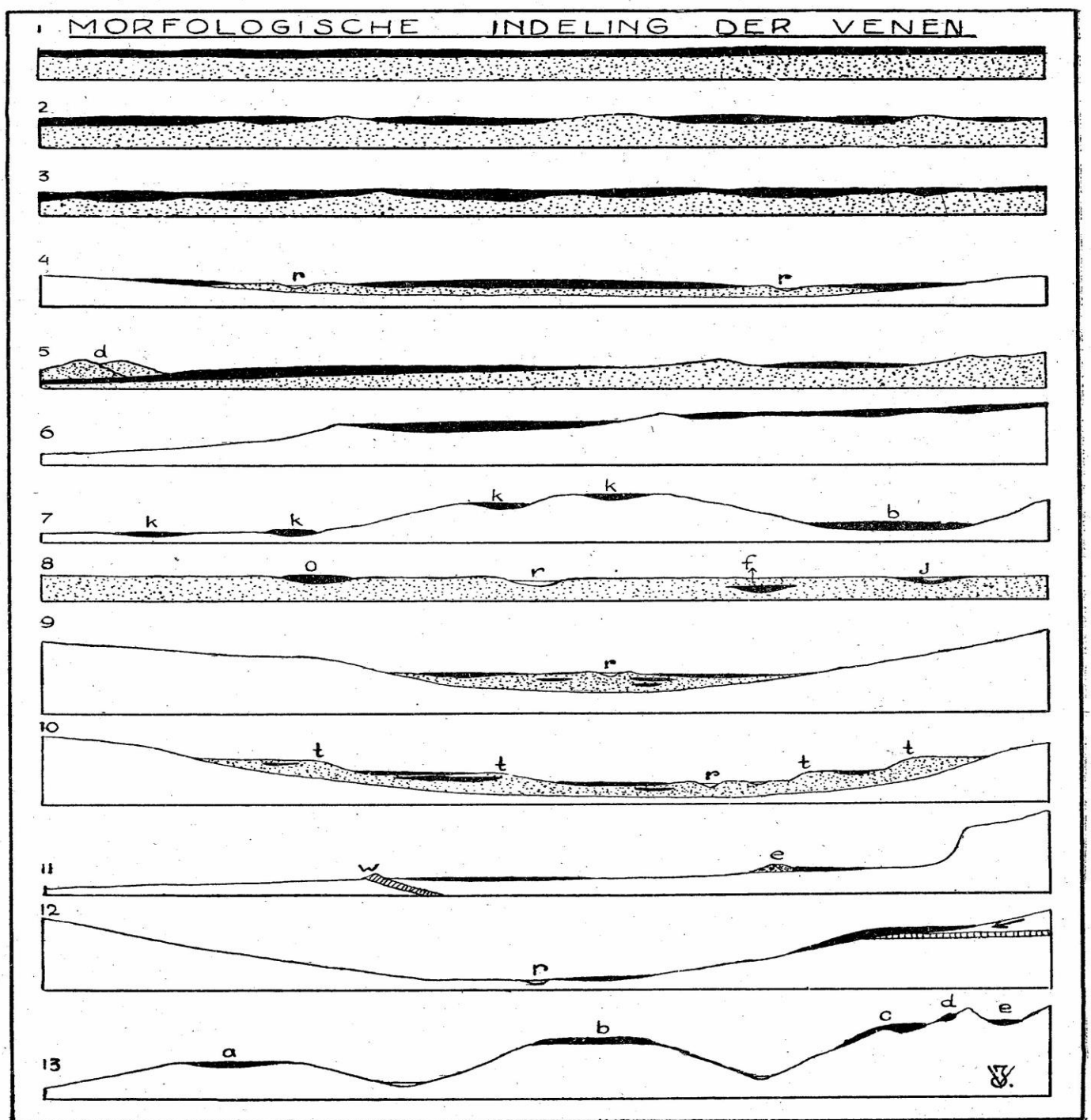
- *Lacustriene venen*: zoetwatervenen en brakwatervenen
- *Fluviatiele venen*: riviervenen en deltavenen
- *Freatische venen*: grondwatervenen, komvenen en hellingvenen

Allochtone venen of verplaatste venen: gedeeltelijk verplaatste venen en verplaatste venen.

Van Baren noemt deze classificatie geomorfologisch. Hij ging inderdaad ook uit van geomorfologische begrippen als kom, helling, delta, enz. Daarnaast echter ging hij uit van het vormingsmilieu dat tijdens de veenvorming voortdurend kan wisselen. Nu eens benoemt hij het veen dus naar de vorm van de ondergrond, dan weer naar het vormingsmilieu, wat verwarring sticht. Een zoetwaterveen kan ook een komveen zijn; een brakwaterveen eveneens. Deltavenen zullen veelal brakwatervenen zijn, enz. Bovendien kan de veenvorming in een en hetzelfde veen nu eens in een milieu van brakwater, dan weer in een zoetwatermilieu plaats gevonden hebben. Wanneer van Baren een geomorfologische indeling had willen geven, had hij zich uitsluitend moeten bepalen tot de benoeming naar de vorm van de veenondergrond. J.

Lorié bestudeerde de Nederlandse venen tussen 1891-1895 van geologisch en geografisch standpunt. Hij trachtte van elk veen de oorzaken van zijn ontstaan op te sporen en lette daarbij niet alleen op de geologische gesteldheid van de veenondergrond, maar vooral ook op de topografie van het gebied waarin

het veen voorkomt en de vorm van de veenondergrond. Duidelijk blijkt uit zijn werk dat hij bij de bestudering van de Nederlandse venen topografische kaarten tot grondslag nam.



figuur 8

1. Vlakteveen op een vrijwel effen ondergrond.
2. Vlakteveen op een terrein met geringe reliëfverschillen.
3. Reliëf bedekkend vlakteveen.
4. Dalvlakteveen. r = rivier.
5. Kustvlakteveen. links door duinen (d) bedekt; rechts een daarbij aansluitend dalvlakteveen.
6. Hoogvlakteveen (plateauvenen).
7. Komvenen (k) op verschillende hoogte; een bekkenveen (b).
8. Rivierbedvenen. r = rivierbed waarin geen veenvorming plaats vindt.
j = een dode rivierarm die begint te verlanden; o = een dode rivier arm die reeds geheel met

verlandingsveen is opgevuld; f = een fossiel rivierbedveen dat onder riviersediment is bedolven.

9. Recente en fossiele dalvenen. r = rivier.

10. Dalterrasvenen. t = terras; r = rivier.

11. Daltrapvenen. w = weerstandkrachtige gesteentelaag; e = morenewal.

12. Hellingveen. r = rivier; er naast een dalveen.

13. Waterscheidingsvenen. a = veen op een concave waterscheiding; b = veen op een vlakke waterscheiding; c = een waterscheidingsveen met eenzijdige afwatering; d = een veen.

Terecht, want *het enige wat tijdens de veengroei onveranderlijk is, en daarom ook het meest geschikt is voor een veenindeling, is de morfologische ligging van een veen, d.w.z. de ligging t.o.v. zijn omgeving.* Weliswaar kunnen verticale bewegingen in de aardkorst optreden, aan de ligging t.o.v. de oorspronkelijke omgeving echter kan niets veranderd worden. Een morfologische indeling is m.i. dan ook boven alle andere te verkiezen. Zij is bovendien gemakkelijk te begrijpen omdat vrijwel een ieder een meer of minder duidelijke voorstelling heeft van de vormen van de aardoppervlakte waarin of waarop venen voorkomen. Tevens duidt de morfologische naamgeving meestal ook reeds in meer of mindere mate de eerste oorzaken aan van de veenvorming.

Een morfologische indeling kan in haar meest eenvoudige vorm als volgt opgesteld worden (figuur 8).

1. **Vlaktevenen** (kustvlakte-, dalvlakte-, hoogvlaktevenen)
2. **Kom- en bekkenvenen**
3. **Rivierbedvenen** (rivieroeevervenen)
4. **Dalvenen** in het bergland (dalterras-, daltrapvenen)
5. **Hellingvenen**
6. **Waterscheidingsvenen**, (kamvenen, pasvenen, sneeuwnis-venen, e.a.)

De hiergenoemde zijn wel de meest voorkomende. Blijken andere aardoppervlaktevormen venen te dragen, dan kunnen zij hieraan nog worden toegevoegd, terwijl de onderscheiden groepen ook nog onderverdeeld kunnen worden. Een voordeel van deze indeling is overigens dat ook de niet onderzochte venen doorgaans reeds zijn te classificeren op grond van de topografische kaart.

De vlaktevenen (kustvlakte-, dalvlakte-, hoogvlaktevenen)

Deze venen kunnen boven of beneden de zeespiegel liggen op een volkomen horizontaal of zwak hellend of reliëf vertonend oppervlak. Zij beslaan meestal grote oppervlakten. Hiertoe moeten ook de uitgestrekte venen, die in de oerstroombalen voorkomen, gerekend worden. Waar het oorspronkelijke terrein zich kenmerkt door sterkere reliëfverschillen kunnen de hogere delen veenvrij zijn. Alleen onder voor de veenvorming zeer gunstige omstandigheden kunnen ook deze onder veenafzettingen bedolven worden. Dit is onder meer het geval in extreem maritieme gebieden van Ierland, Schotland, de westkust van Vuurland en op de Falklandeilanden evenals in de arctische streken waar de veenvorming begunstigd wordt door de zeer geringe verdamping. Hier kunnen zij het gehele bestaande reliëf gaan bedekken. In deze gebieden is de veenvorming het gevolg van een teveel aan neerslag welke tenslotte zelfs kan leiden tot overstroming.

Het moerassig worden van een vlakte kan echter ook het gevolg zijn van *bodemdaling of zeespiegelrijzing*. In dat geval kunnen zich op de kustvlakten ook venen van grote uitgestrektheid ontwikkelen. Afhankelijk van het tempo en het gedrag van deze verticale bewegingen tijdens de veengroei kunnen zij meer of minder reliëfbedekkend worden of zelfs onder minerale afzettingen bedolven worden.

De oorzaak van het ontstaan van de Nederlandse en de daarbij aansluitende Noordwest-Duitse kustvlaktevenen is m.i. in eerste instantie de rijzing van de grondwaterspiegel. Daardoor werden grote gedeelten langs de kust moerassig of geraakten zelfs onder water. Dit geldt ook voor de landinwaarts daarbij aansluitende dalvlaktevenen en de nog verder in het binnenland voorkomende afzonderlijke venen. Hier kon het echter eerst tot veenvorming komen nadat de waterafvoer door de veenafzettingen in het kustgebied zeer slecht geworden was. Hieruit volgt ook dat de veenvorming het eerst begon in het kustgebied en dat de oudste veensedimenten bij vlaktevenen voorkomen boven de laagste gedeelten van de veenondergrond.

Vlakevenen kunnen ook op hoogvlakten en hooggelegen schiervlakten voorkomen. Het begin van de veenvorming op de vlakte wordt dus altijd ingeleid door een *stijging van de grondwaterspiegel* onder invloed van toenemende neerslag, afnemende verdamping, infiltratie, door positieve niveauverandering of overstroming door een andere oorzaak. Afhankelijk van de oorsprong van het water en de bodemgesteldheid zijn de eerste veenafzettingen eutroof, mesotroof of oligotroof.

Kom- en bekkenvenen

Zij liggen in concave oppervlaktevormen (bijvoorbeeld in glaciale tongbekkens, uitwaaiingskommen) en zijn gewoonlijk rond tot langwerpig ovaal. Het veen in zo'n naar alle zijden afgesloten kom beslaat een kleine, in een bekken daarentegen een grote oppervlakte. In deze holle vormen, die van zeer verschillende oorsprong kunnen zijn, komt het alleen tot veenvorming zodra de bodem ervan vochtiger gaat worden of wanneer ze met water gevuld zijn. In het eerste geval zal zich het eerst veen afzetten boven de diepst gelegen plaatsen vanwaar het zich bij een verdere stijging van de grondwaterspiegel in de richting van de randen uitbreidt. Het veen groeit in dat geval van binnen naar buiten.

In met water gevulde afgesloten kommen en bekkens daarentegen groeit het van buiten, d.w.z. vanaf de randen naar binnen. Vindt tegelijkertijd nog een zeer langzame stijging van het grondwater plaats, dan kan het zich bovendien nog randwaarts uitbreiden. In beide gevallen zijn de eerste veensedimenten vrijwel steeds eutroof en mesotroof.

Kleine ondiepe kommen evenwel, op schrale heidegronden, die met regenwater gevuld worden, bevatten oligotroof veen. Kom- en bekkenvenen worden vooral aangetroffen in gebieden met een onregelmatig reliëf. Zeer veelvuldig komen zij voor in de streken die vroeger met ijs bedekt zijn geweest, zowel in het laagland als in het gebergte. Hun verspreidingsgebied is zeer groot omdat zij in vrijwel alle klimaten kunnen voorkomen, zelfs in streken met een steppe- en woestijnklimaat, zoals Zuid-Rusland. Uit kom- en bekkenvenen die aaneengroeien kunnen reliëfbedekkende venen ontstaan.

Rivierbedvenen (rivieroevervenen)

Deze ontstaan in afgesneden rivierbochten, zowel in het laagland als in de bergdalen. Het veen dat zich hierin aanvankelijk vormt is in hoofdzaak samengesteld uit resten van waterplanten en is dus eutroof tot mesotroof. Na de verlanding, die plaats vindt van de oevers naar het midden, kan er zich nog oligotroof veen op ontwikkelen, dat zich dan ver buiten de oevers kan uitbreiden. Zij komen ook in Nederland voor, zoals in de Lekstreek. T. Vink⁵ toonde ze veelvuldig aan, zowel aan de oppervlakte als in de diepte. De rivierbedvenen beslaan steeds kleine oppervlakten en kunnen van zeer verschillende geologische ouderdom zijn. Men treft ze aan in vrijwel alle klimaten. In traag stromende rivieren kan ook aan de oevers veen ontstaan (*oevervenen*).

Dalvenen in het bergland (dalterrassen-, daltrapvenen)

Deze komen voor op de verschillende dalterrassen. Zij ontstaan steeds op enige afstand van de rivierbedding en dalhelling of terraswand. Tijdens hoge waterstanden vindt vlak langs de rivier een sterkere sedimentatie plaats dan op enige afstand daarvan, terwijl ook langs de dalhelling of terraswand ten gevolge van de afspoeling sterkere sedimentatie plaatsvindt. Hierdoor ontstaat geleidelijk tussen de dalhelling en de rivieroever een meer of minder concave oppervlaktevorm die óf zeer vochtig is óf vol water loopt. In deze holle vorm kan zich eutroof veen vormen, dat later, wanneer overstromingen verder uitblijven, weer bedekt kan worden door mesotroof veen. Deze venen kunnen ten gevolge van stroomverleggingen telkens op andere plaatsen in het dal ontstaan, zodat zelfs dichtbij elkaar gelegen dalterrassenvenen van zeer uiteenlopende ouderdom kunnen zijn. Uiteraard worden zij ook vaak onder riviersediment bedolven en is het mogelijk dat er in eenzelfde profiel verschillende venen (*veenlenzen*) boven elkaar kunnen liggen. Naar de vorm van de ondergrond van het veen kan men de terrasvenen nog weer onderverdelen in *terras-rivierbedvenen* en *terras-komvenen*.

Tot de dalvenen moeten ook de venen gerekend worden op de glaciale daltrappen in de gletsjerdalen van het hooggebergte. Zij ontstaan in de holle vorm achter de morenewal die dikwijls met water is gevuld. De

⁵ T. Vink. *De Lekstreek*. H.J. Paris, Amsterdam, 1924

veenvorming begint hier in dat gedeelte van het natuurlijke stuwmeer waar het water het rustigst is. Zij kunnen eventueel afzonderlijk als daltrapvenen onderscheiden worden. Ook kunnen venen zich ontwikkelen achter dalverluchtingen die het gevolg zijn van de geologische bouw van de aardkorst. Verder kunnen venen ontstaan waar twee rivieren zich met elkaar verenigen. Hier wordt het water dikwijls opgestuwd waardoor bepaalde gedeelten van de dalbodem steeds vochtig blijven of met water bedekt zijn. In de Duitse literatuur worden venen, die op deze wijze ontstaan "*Rückstaumoores*" genoemd. Uiteraard beginnen de dalvenen steeds met eutrofe tot mesotrofe veenafzettingen.

Hellingvenen

Zij komen vooral voor in het bergland in de extreem oceanische en subarctische klimaten als gevolg van de rijke neerslag en de geringe verdamping. Ze kunnen echter ook in onze streken ontstaan op die plaatsen van de berghellingen waar het grondwater naar buiten komt. Meestal komt dit water naar buiten in de vorm van bronnen die gewoonlijk juist boven de dagzoom liggen van een voor water ondoordringbare laag. Dergelijke bronniveaus komen in het bergland veelvuldig voor en zijn het gevolg van de geologische structuur. De helling vertoont ter plaatse ook vaak een min of meer horizontaal gelegen gedeelte waardoor het uittredende water in zijn afstroming belemmerd en de veenvorming bevorderd wordt. De venen die hier ontstaan zijn gewoonlijk rond of langwerpig al naar gelang het grondwater op een bepaald punt of volgens een lijn naar buiten komt. Overigens wordt de vorm natuurlijk bepaald door de vorm van de helling ter plaatse. In de extreem oceanische en subarctische streken kunnen zij de hellingen vaak volledig bedekken en de verbinding vormen tussen waterscheidingsvenen en de venen in de dalen en vlakten.

De botanische samenstelling van deze venen kan zeer sterk variëren en hangt, wat de hellingvenen betreft die hun ontstaan te danken hebben aan bronnen, nauw samen met de samenstelling van het uittredende water. Zij zijn doorgaans nogal rijk aan kalk. Het overtollige veenwater stroomt steeds aan de onderzijde af.

Waterscheidingsvenen (kamvenen, pasvenen, sneeuwnisvenen, e.a.)

Zij liggen op de waterscheidingen, d.w.z., op heuvel- en bergruggen, op bergkammen of bergpassen. Zij kunnen hier ontstaan wanneer er horizontale of concave oppervlaktevormen voorkomen. De veenvorming begint op de laagst gelegen delen die in de regel in het midden voorkomen en breidt zich van hier naar de randen uit. De afvloeiing van het water is in dit geval tweezijdig. Indien de laagste gedeelten langs de rand van de bergrug voorkomen kan het veen enerzijds hogerop, anderzijds naar beneden groeien in de richting van de helling in welke richting ook het overtollige veenwater wegvloeit. Ook in deze venen zijn, wanneer zij geheel ontwikkeld zijn, de onderste veenlagen gewoonlijk eutroof en mesotroof, de bovenste oligotroof.

Waterscheidingen behoeven niet altijd hooggelegen bergruggen, kammen of steilranden te zijn. Ze kunnen ook in de dalen voorkomen op een niveau dat slechts weinig hoger ligt dan de dalbedding. Dit zijn de zogenaamde dalwaterscheidingen. Zij kunnen de scheiding vormen tussen twee in tegengestelde richting stromende rivieren in een en hetzelfde lengtedal. Op zulke dalwaterscheidingen, waar het water meestal stagneert, ontstaan vaak poelen en plassen, waaruit zich venen kunnen ontwikkelen. Ook bronnen kunnen hier de veenvorming inleiden. Het is dan ook geen toeval dat vele riviertjes in het gebergte hun oorsprong vinden in venen.

Op de verschillende typen van bergpassen, waarvan K. Oestreich in zijn artikel "*De Graubündener Passen*" een beschrijving en mooie tekeningen geeft, kunnen eveneens in de concave oppervlaktevormen of op effen gedeelten veentjes ontstaan. Deze veentjes kunnen *pasvenen* genoemd worden. Vooral op de waterscheidingen en eventueel ook passen, die tijdens de IJstijd met ijs bedekt waren, konden zich na afsmelting van het ijs in de concave vormen van de dikwijls op de waterscheiding achtergebleven grondmorene, talrijke veentjes vormen (bijvoorbeeld "*Gerlospasplatte*" tussen het Inn- en het Etschdal). Tenslotte kunnen zich ook in sneeuwnissen ("*Kare*") nog veentjes vormen (*sneeuwnisvenen*).

De morfologie van venen

Een veen, dat zich normaal ontwikkelt krijgt op de duur in zijn geheel een min of meer *gewelfde vorm*. Die

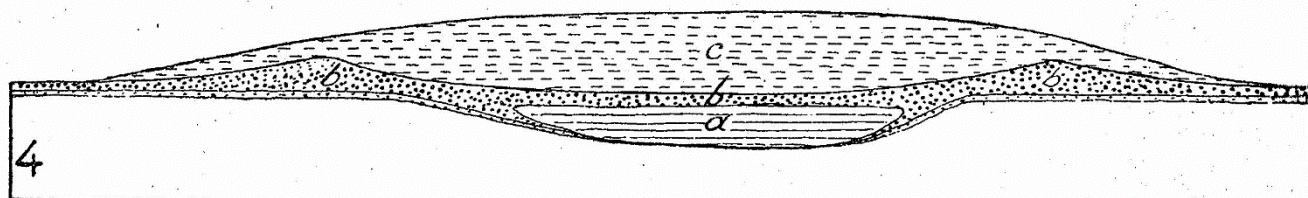
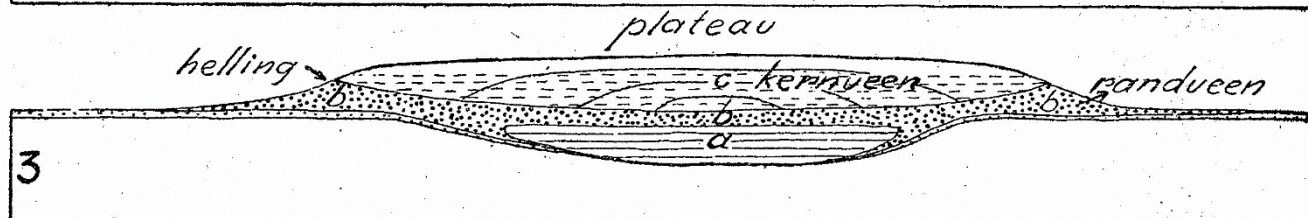
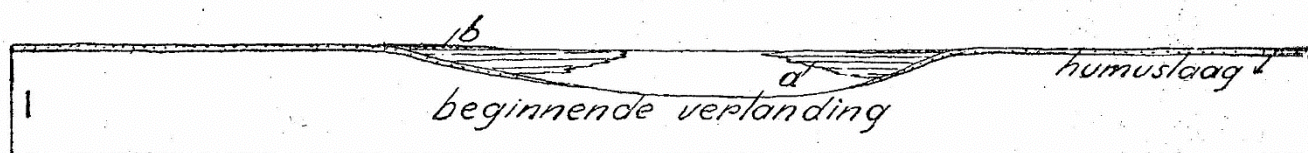
hangt in hoofdzaak samen met de groeieigenschappen en de groeiomstandigheden van het veenmos. Dit groeit namelijk niet slechts verticaal, maar breidt zich tegelijkertijd ook in horizontale richting uit.

Het hieruit gevormde veenmosveen doet dit eveneens en zal dus zowel in verticale als in horizontale richting hoogten kunnen overwinnen; het bezit transgrederend of beter uitgedrukt een egrederend vermogen. Van een veenmoslichaam zijn de randgedeelten dus altijd geologisch jonger dan de centraal gelegen delen van het veen. Alleen al door het verschil in geologische ouderdom is de dikte van het Spagnumveen in het kerndeel altijd groter dan langs de randen. Bovendien blijken de groeivoorwaarden voor het veenmos in de randgedeelten veel ongunstiger te zijn dan in het centrum van het veen. Dat is grotendeels een gevolg van het verschil in gehalte aan minerale bestanddelen in het grondwater. In het kerngebied blijkt het grondwater armer aan voedingsstoffen te zijn dan in het randgedeelte. Daardoor ondervinden de veenmossen hier zo goed als geen concurrentie van de hogere planten en kunnen zij vrijwel onbelemmerd groeien. In het randgebied daarentegen moeten zij een zware concurrentiestrijd voeren tegen andere plantengemeenschappen. Bovendien verweert het veen langs de randen door de langzame groei sneller en intensiever, zodat ook daardoor het gehalte aan voedingsstoffen in het grondwater nog toeneemt.

Het verschil in dikte tussen kern- en randgebied blijkt dus deels een gevolg te zijn van het verschil in geologische ouderdom en deels van het verschil in mineraalgehalte van het grondwater. Wanneer het veen uit een homogene substantie, zoals uit zuiver veenmosveen zou bestaan, zou de grondwaterspiegel en daarmee de veenoppervlakte - immers de veengroei is daarvan ook afhankelijk - een betrekkelijk regelmatig bolvormig vlak moeten vormen, zoals een veenmosbult deze bezit. In feite echter is de profiellijn van het normaal ontwikkelde veen te vergelijken met die van een omgekeerde schotel (figuur 9 en 14).

Langs de randen blijken steeds duidelijke, soms vrij steile hellingen te bestaan, terwijl het meer naar binnen gelegen deel van het veen zwak gewelfd of horizontaal is. Men noemt dit deel daarom ook wel het *plateau van het veen*. Deze omgekeerde schotelvorm is te danken aan de omstandigheid, dat het veen langs de randen veel dichter en dientengevolge ook veel minder doorlatend voor water is dan in het kerngebied.

VORMONTWIKKELING VAN EEN NORMAAL VEEN



a: eutrooph veen b: mesotrooph veen c: oligotrooph veen

Figuur 9

Het randveen namelijk, dat zich tegelijk ontwikkelt met het kernveen, vormt aanvankelijk een ondoordringbare wand voor het veenwater uit het middendeel, wat tot gevolg heeft dat het grondwater uit het centrale deel in zijn afstroming belemmerd wordt en tegen de randen wordt opgestuwd (zie figuur 9 no. 3). De grondwaterspiegel gaat daardoor in het centrale deel een meer of minder horizontale stand innemen. Aanvankelijk bepaalt de dichtheid en de dikte van het randveen dus de grondwaterspiegel in het middendeel en daarmee ook de veenvorming en de oppervlaktevorm van dit gedeelte.

Wanneer het randveen zo dik geworden is dat het geen invloed meer ondervindt van de minerale bodem en er op andere wijze ook geen minerale bestanddelen meer worden aangevoerd, zodat de mesotrofe veenvorming over kan gaan in een oligotrofe, kan het veenlichaam zich gemakkelijk over het randveen uitbreiden of kunnen er afzonderlijke veenmoskernen op tot ontwikkeling komen (figuur 9, no. 4). Eerst dan zal het veen een meer regelmatig bolvormig oppervlak krijgen en kan het tenslotte tot een hellingdoorbraak of veenuitbarsting komen boven het niveau van het mesotrofe randveen.

Voor de zijwaartse uitbreiding van het veenmoslichaam is de aanwezigheid van een *egressielaag*, die de invloed van de minerale bodem uitsluit, een eerste voorwaarde (figuur 10). In de omgeving van het veen is de bodem meestal bedekt door een laag van ruwe humus. Ook zij isoleert op den duur de plantengroei van de minerale ondergrond en bevordert de oligotrofe veenvorming.

Verschillende afzonderlijke venen kunnen dus aan elkaar groeien wanneer zich daartussen een gebied bevindt dat met ruwe humus bedekt is. Er ontstaat dan een groot veenlichaam dat geleidelijk de gehele veenondergrond gaat bedekken. Slechts de hoogste delen van de ondergrond zullen aanvankelijk veenvrij blijven. Zij vormen als het ware eilanden of ruggen temidden van het veen. Later kunnen ook zij met veen overwoekerd worden zodat het veen tenslotte het gehele reliëf bedekt.

Reliëf bedekkende venen komen vooral voor in de vochtige klimaatgebieden. In deze gebieden vormt een egressielaag dan ook doorgaans over grote afstanden de basislaag van het veenprofiel. Ook in arctische en subarctische streken, evenals in de hogere gedeelten van de gebergten, hebben de venen dikwijls een reliëf bedekkend karakter.

Uit het een en ander blijkt tevens dat in de reliëf bedekkende venen de onderste veenlagen van verschillende geologische ouderdom kunnen zijn. In het algemeen zullen de veensedimenten boven de hogere delen van de veenondergrond jonger zijn dan die boven de laagste delen. Voor de geologische datering van het begin van de veengroei moet dan ook uitgegaan worden van de laagste gedeelten van de veenondergrond.

Aanvankelijk is de veenvorming altijd gebonden aan de bodem, in welk klimaat zij ook voorkomt. Overal zal zich, waar zich water bevindt, of waar de bodem voortdurend vochtig gehouden wordt, veen kunnen vormen. Zo lang bodem en grondwater een duidelijk merkbare invloed uitoefenen op de veenvorming kan een veen als jong beschouwd worden. In verband hiermee bestaan jonge venen uit eutrofe, mesotrofe of oligotrofe veensoorten. Het reliëf ervan is, voor zover het veen nog boven de grondwaterspiegel kan ontstaan, een verzwakte afspiegeling van de veenondergrond. Veen, dat zich in water vormt, vertoont na de verlanding een zwak concave tot horizontale vorm.

Naarmate de invloed van de veenondergrond afneemt, wordt die van het klimaat groter. Zodra de veenvorming geheel en al afhankelijk is geworden van de klimaatfactoren zijn de venen in het stadium van *rijpheid* gekomen en bezitten zij het vermogen zich zowel verticaal als horizontaal uit te breiden. In horizontale richting over een egressielaag. In dit stadium van expansie vormt zich uitsluitend oligotroof veen en kenmerken de venen zich door meer of minder convexe vormen die in het algemeen tegengesteld zijn aan die van de veenondergrond. Verder bezitten zij een eigen grondwaterspiegel en een nog ondergrondse afwatering.

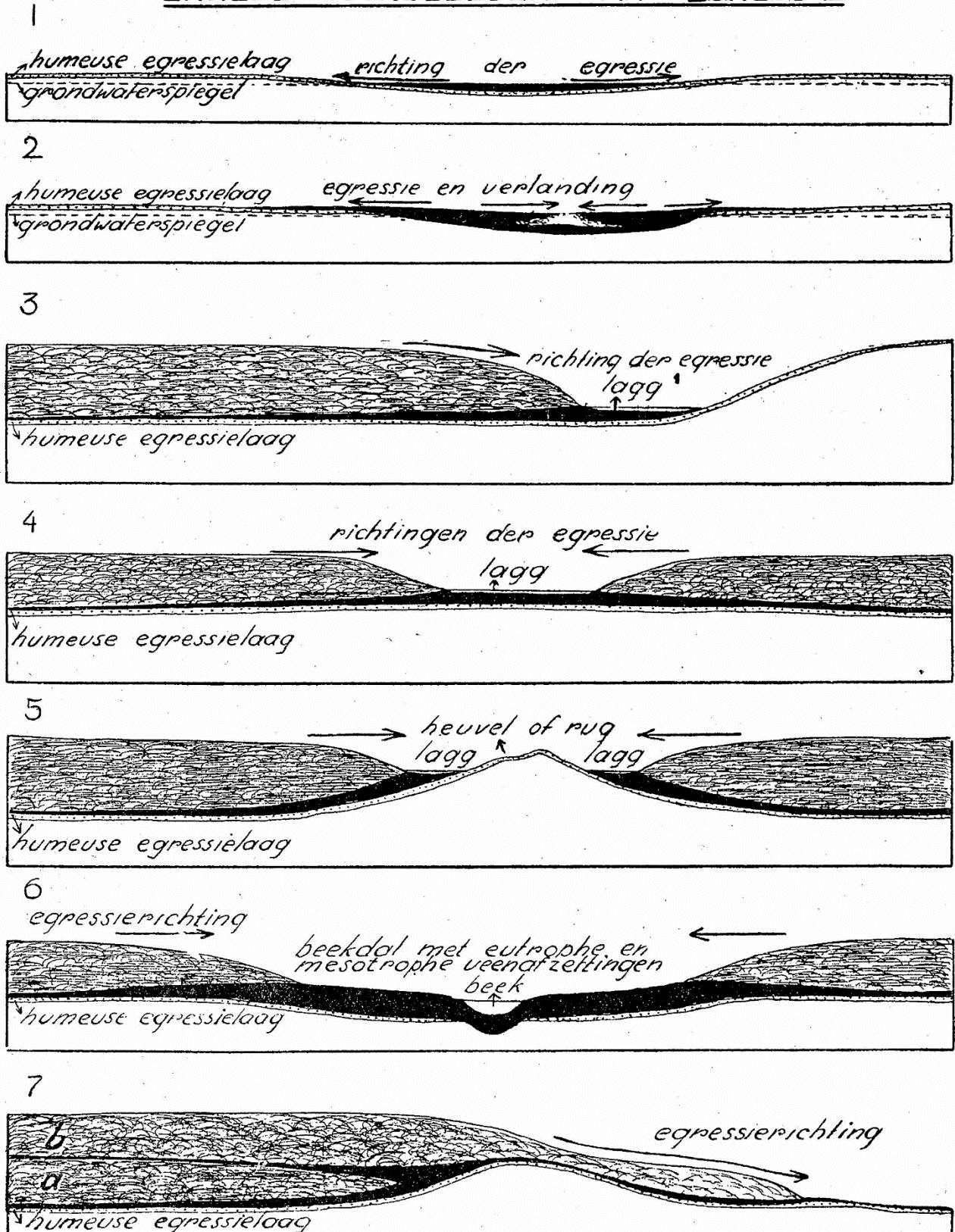
Eerst, wanneer zij een duidelijk bovengrondse afwatering krijgen of zich aan de oppervlakte erosieverschijnselen beginnen voor te doen mag het veen *oud* genoemd worden. In dit eindstadium ontbreekt de convexe vorm en overweegt een profiellijn die enigszins overeenkomt met die van de veenondergrond.

Deze drie stadia vormen samen *de normale gang van de veenvorming*. Zij kan alleen beginnen op plaatsen waar erosie niet meer mogelijk is en eindigt zodra het veenlichaam een zodanige dikte heeft bereikt dat het veengrondwater oppervlakkig weg moet stromen. De tijdsduur van deze normale gang kan, evenals de dikte van het gevormde veenlagenpakket, zeer verschillend zijn.

Tijdens de veenvorming kunnen zich tal van complicaties voordoen waardoor de normale gang gunstig of ongunstig wordt beïnvloed. Dan ontstaat een afwijkende veenvorming. Zo kan de veengroei door een klimaatverandering versneld, vertraagd of zelfs onderbroken worden. Ook bodembewegingen kunnen eenzelfde invloed uitoefenen. Een oud veen bijvoorbeeld kan door rijzing van de grondwaterspiegel *verjongd* worden, een rijp veen door daling ervan vroegtijdig *verouderen*.

De woorden jong, rijp en oud hebben niets te maken met de absolute ouderdom van het veen. Integendeel, zo is een in geologisch opzicht jong veen in de morfologische betekenis meestal zelfs een oud veen.

— ENKELE VOORBEELDEN VAN EGRESSIE —



figuur 10

Toelichting figuur 10: lagg (Zweeds) = veenrandmoerras, d.i. de moerassige afwateringszone langs de veenrand.

Deze benamingen, die gebaseerd zijn op het normale veenprofiel, kunnen, zowel op het gehele veenlichaam als op gedeelten daarvan, alsmede op venen met een gestoorde ontwikkeling, worden toegepast. Zij geven ons niet alleen een beeld van het veen in zijn tegenwoordige toestand, maar ook van de genese van het veen. In combinatie met de morfologische naamgeving is de karakterisering volkomen.

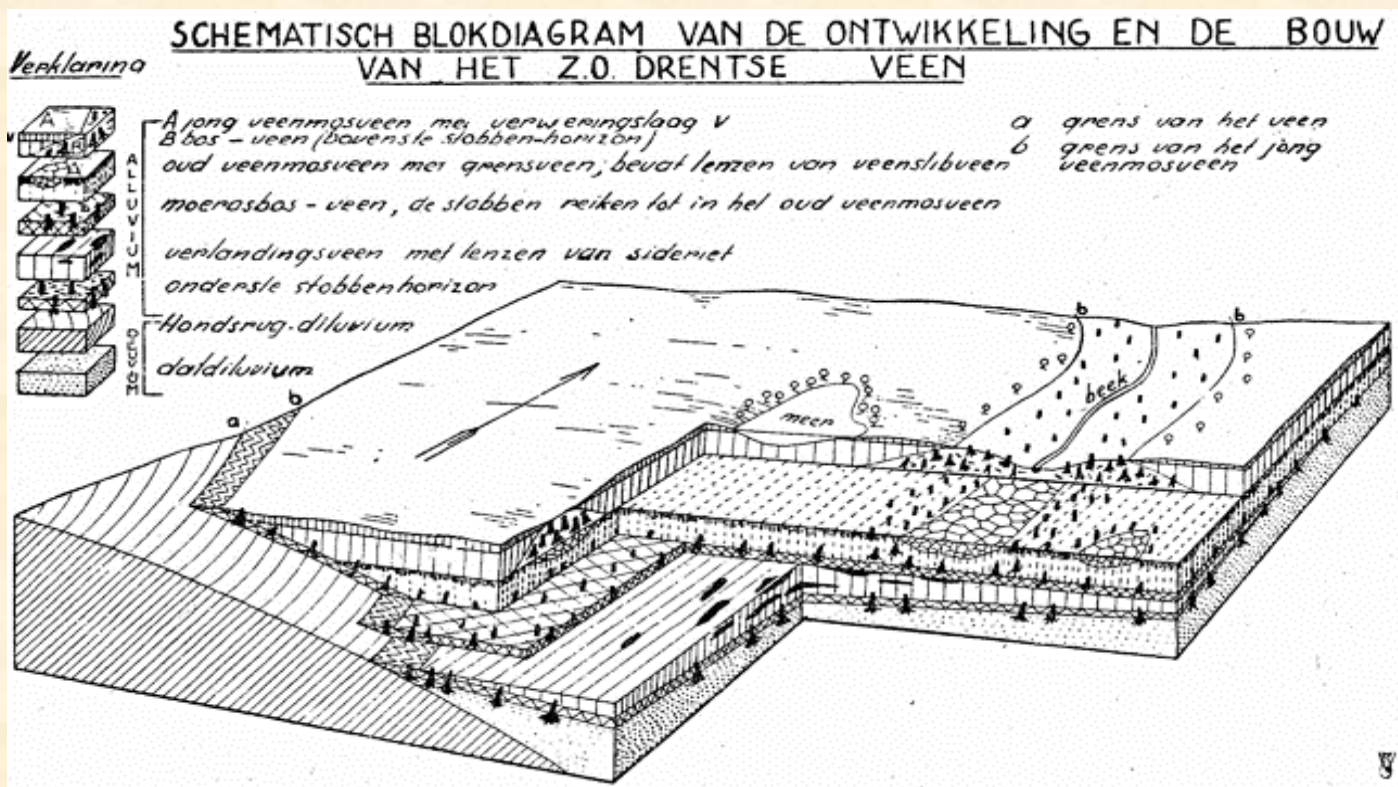
Een normaal oud komveen bijvoorbeeld is een veen dat zich begon te vormen in een met water gevulde komvormige inzinking van de aardoppervlakte en dat onderaan bestaat uit eutroof en mesotroof verlandingsveen. Daarop ligt oligotroof veen tot aan de oppervlakte waarop geen veenvorming meer plaats vindt. De veenoppervlakte is niet meer convex en kan verwerings- en erosie verschijnselen vertonen.

Wanneer een klimaatverandering of andere omstandigheden de veenontwikkeling hebben beïnvloed is het nodig tot uitdrukking te brengen welke veranderingen tijdens de veengroei zijn opgetreden, wanneer deze plaats hebben gevonden en waardoor deze veranderingen zijn veroorzaakt. De karakterisering wordt dan iets ingewikkelder maar kan toch zeer kort zijn. Een oud door bodemdaling verjongd komveen is bijvoorbeeld een veen dat de hierboven beschreven ontwikkeling heeft doorgemaakt, waarop zich later weer door een geringe bodemdaling oligotroof veen kon afzetten.

Een verouderd rijp veen is een veen dat in zijn volle ontwikkeling bijvoorbeeld door kunstmatige ontwatering werd gestoord en daardoor uitdroogde, zodat de veenvorming niet langer mogelijk was en de veenoppervlakte zelfs erosieverschijnselen is gaan vertonen. Overigens zullen de veenoppervlaktevormen overeenkomen met die van de veenondergrond.

Veranderingen kunnen tijdens de veenontwikkeling ook verschillende malen na elkaar optreden hetgeen bij de meeste holocene venen ook inderdaad het geval is. Dan kunnen deze vaktermen in chronologische volgorde naast elkaar gezet worden. Het hierboven beschreven verouderde rijpe veen kan later nog weer, als gevolg van een klimaatverandering, verjongd zijn. In dat geval kan het veen als volgt getypeerd worden: verouderd rijp, klimatologisch verjongd veen.

Het veen in Zuidoost Drenthe (figuur 11) kan met behulp van deze terminologie als volgt gekarakteriseerd worden: een aanvankelijk verouderd jong dalvlakteveen dat daarna oligotroof verjongd werd en in rijpe toestand verouderde en dat later nog eens weer oligotroof verjongd werd en in rijpe staat verouderde.



figuur 11

Dit veen begon zich te ontwikkelen op een steeds vochtiger wordende dalvlakte. De onderste veenlagen zijn in overeenstemming daarmee overwegend eutroof en mesotroof. Voor zover dit niet het geval is wordt de onderste laag gevormd door een humeuze egressielaag (randgedeelten). Daarna heeft het verlandingsveen waarschijnlijk blootgestaan aan uitdroging, vermoedelijk als gevolg van een drogere klimaatperiode, zodat het jonge veen verouderde. Onder invloed van een vochtige klimaatperiode begon een oligotrofe veenvorming. Die werd echter weer in haar rijpe stadium gestoord, toen het veen in haar volle ontwikkeling verkeerde en egredeerde. Dat gebeurde door een nieuwe klimaatverandering ten gevolge waarvan het veen wederom verouderde (grenshorizon).

Maar ook deze droge periode werd gevolgd door een vochtige, zodat de oligotrofe veenvorming opnieuw kon beginnen. Toen deze oligotrofe veenvorming tot volle ontwikkeling was gekomen ging de mens dit veen droogleggen. Dat leidde tot een kunstmatige veroudering welke tot uitdrukking kwam in verwerings- en erosieverschijnselen en in een verandering in de begroeiing, want de veenmosvegetatie maakte plaats voor een heidebegroeiing.

Een hiermee overeenstemmende ontwikkeling hebben de meeste postglaciale venen doorgemaakt, d.w.z. de venen die zich begonnen te ontwikkelen zodra na de ijstijd de klimaatomstandigheden voor de veenvorming gunstig werden. De reden is dat vrijwel overal waar venen voorkomen de postglaciale klimaatveranderingen zich hebben laten gelden.

Van alle venen maken de postglaciale venen het grootste percentage uit zodat zij eigenlijk het normale type vertegenwoordigen. Ter onderscheiding van de venen die niet door klimaat- of andere veranderingen beïnvloed zijn geworden, mogen zij als *normaal veranderde venen* beschouwd worden zodat de venen naar hun bouw, dus naar hun genese, ook als volgt kunnen worden ingedeeld.

A. **Normale venen** met een geheel of gedeeltelijk ontwikkeld ideaal profiel, ontstaan door een natuurlijke successie van plantengemeenschappen.

B. **Abnormale venen** met een door plaatselijke of regionaal voorkomende omstandigheden gestoord, volledig of gedeeltelijk aanwezig ideaal profiel.

C. **Normaal veranderde venen** met een geheel of gedeeltelijk ontwikkeld ideaal profiel dat op een bepaalde wijze door postglaciale klimaatveranderingen is gestoord (vergelijk [figuur 16](#) en [schema 3](#)).

D. **Abnormaal veranderde venen**. Als C, maar bovendien nog gestoord door plaatselijk of regionaal voorkomende omstandigheden van topografische, geologische, microklimatische aard.

De beide eerste groepen zijn geologisch zeer jong en verkeren doorgaans nog in hun beginstadium. De beide laatste groepen komen het meest voor en zijn meestal reeds volledig ontwikkeld.

De bouw van een geheel ontwikkeld normaal veen is in voorgesteld in [figuur 6](#). Wanneer in dit profiel, bijvoorbeeld tussen het zeggeveen en het moerasbosveen, een kleilaag of veenachtige kleilaag zou voorkomen, zou het een abnormaal veen zijn. Het veen in Zuidoost Drenthe is een normaal veranderd veen. De venen in het westen van Nederland die zowel door klimaatveranderingen als door op- en neergaande bewegingen van het water, bijvoorbeeld als gevolg van verticale bodembewegingen zijn beïnvloed, moeten gerekend worden tot de abnormaal veranderde venen. Door toevoeging van de morfologische naamgeving wordt de karakterisering nog vollediger. Dan kan men een veen omschrijven als: een normaal of abnormaal veranderd bekken-, kom- of hellingveen, enz.

Het is eveneens mogelijk de venen in de andere klimaatgordels op aarde te karakteriseren. Voorwaarde is echter dat voor elk van de onderscheiden klimaatzones een normaal profiel wordt opgesteld. Zover zijn we helaas nog niet. Wel zijn uit een aantal gebieden veenprofielen bekend. In andere gebieden zijn ze echter te gering in aantal om op grond daarvan nu reeds een normaal profiel op te stellen. Zodra dit echter het wel geval is, kan aan de hier boven toegepaste karakterisering nog een klimatische worden toegevoegd. Men zal dan kunnen onderscheiden:

- oceanische of maritieme, abnormaal veranderde vlaktevenen, zoals in Nederland en Noordwest-Duitsland;
- extreem oceanische, normaal veranderde reliëf bedekkende venen;
- tropische, normale kustvlaktevenen;

- subtropische, normaal veranderde waterscheidingsvenen;
- arctische, normaal veranderde hellingvenen enz.

Een nog nauwkeuriger beschrijving is mogelijk door aan te geven of ze jong, rijp of oud zijn, enz.

De venen kenmerken zich behalve door hun grote vormen bovendien nog aan hun oppervlakte door talrijke kleine vormen. De meest gelijkmatige oppervlakte hebben de venen direct na het verlandingsstadium. Zodra zij in het rijpe stadium komen te verkeren ontstaan *talrijke kleine vormen*. Die zijn bij de venen met een normaal profiel in hoofdzaak het gevolg van de groeivormen en de groeiomstandigheden van de verschillende veenplanten. Zelfs een en dezelfde plantensoort zal onder verschillende groeiomstandigheden ook verschillend snel groeien. Veenmos bijvoorbeeld, dat zich ontwikkelt onder een struik is beschermd tegen de uitdrogende werking van de zon en de wind en zal sneller groeien dan veenmos dat deze bescherming mist. Kortom, door de vegetatieverschillen ontstaat een zeker reliëf dat zelfs hoogteverschillen kan vertonen van meer dan 1 meter.

De verheffingen zijn de *belten of bulten*. Zij worden voor het grootste deel gevormd door veenmossen. De daartussen liggende, meestal met water gevulde laagten, heten *slenken*. Een rijp veen kenmerkt zich door bulten en slenken, die tijdens de veengroei voortdurend met elkaar afwisselen, d.w.z. op de plaats van de slenken ontstaan na verloop van tijd weer bulten, terwijl de bulten later weer tot slenken worden. Dit regeneratieproces verloopt in korte trekken als volgt.

Naarmate de veenmosbult hoger wordt, worden de omstandigheden voor de veenmosgroei, wegens de sterkere expositie en de afnemende vochtigheid, steeds ongunstiger. Het veenmos sterft af. Het daaruit gevormde veen verweert en wordt tenslotte door andere plantenassociaties die een drogere standplaats verkiezen en in veel minder sterke mate veen vormen, overdekt. Maar ook deze kunnen spoedig niet meer verder groeien zodat de bulten niet verder in omvang toenemen.

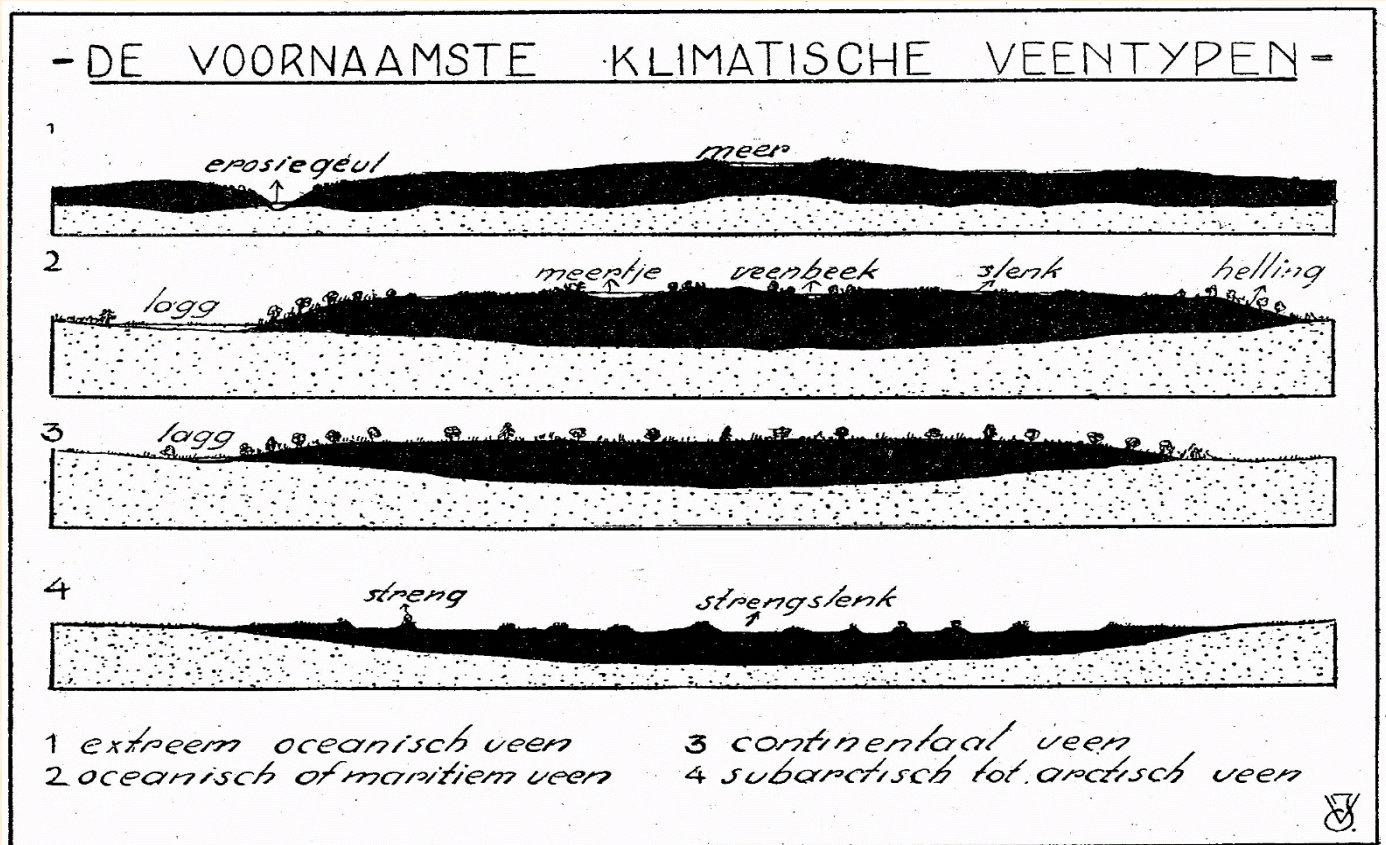
Tegelijkertijd vindt in de er tussenliggende met water gevulde slenken verlanding plaats, waarna zich op het verlandingsveen veenmosbulten gaan ontwikkelen. Die groeien weldra boven de er omheen liggende oude bulten uit zodat deze lager komen te liggen en tot slenken worden. Boven de slenken ontstaan dus bulten, boven de bulten vormen zich slenken.

In het *veenprofiel* zijn de fossiele bulten te herkennen aan de donkere lenzen van verweerd veen, de slenken aan de lichtere lenzen van minder sterk verweerd, oligotroof verlandingsveen. Het zal duidelijk zijn dat de botanische samenstelling van slenken en bulten verschillend moet zijn. In hun oude stadium vertonen de venen ook nog duidelijk de bulten- en slenkencomplexen. Zij ontwikkelen zich echter niet of nauwelijks meer. Integendeel, de bulten vertonen veelal winderosie-verschijnselen, de slenken liggen droog en zijn vaak onbegroeid.

Het veen van de bulten en slenkbodems is sterk verweerd en heeft een kruimelige structuur, zodat dit veen gemakkelijk verstuipt. Op de droogste plekken ontstaan zelfs droogtespleten. De oorspronkelijke veenmosbegroeiing kan op enkele vochtige plaatsen nog voorkomen maar heeft in het algemeen plaats moeten maken voor een heidebegroeiing.

In de *extreem oceanische gebieden* wordt het veen in het rijpe stadium niet gekenmerkt door regeneratieverschijnselen, omdat de veenmosvegetatie er - vermoedelijk als gevolg van een te grote vochtigheid en een te snelle grondwaterbeweging - vrijwel ontbreekt. Daarvoor in de plaats treden dan andere plantenassociaties op. Zij zijn als oud te beschouwen, zodra er een duidelijke bovengrondse afwatering en erosiegeulen aanwezig zijn en de oppervlaktevormen een afspiegeling vormen van de ondergrond (*figuur 12 no. 1*). Deze venen worden oud ten gevolge van een teveel aan neerslag. De bouw van deze venen is ook het resultaat van een natuurlijke successie van plantengemeenschappen.

Het is echter uit pollenanalytisch onderzoek gebleken dat ook deze venen beïnvloed zijn door de postglaciale klimaatveranderingen. In elk geval staat wel vast dat deze venen zich in hun beginstadium onder minder vochtige omstandigheden ontwikkelden dan tegenwoordig.



figuur 12

Op de rijpe continentale venen (figuur 12 no. 3) komt de veenmosvegetatie slechts voor op vochtige of beschutte plaatsen onder bomen of struiken, zodat ook hier de regeneratieverschijnselen ontbreken, hier echter als gevolg van een te geringe vochtigheid. Er vindt slechts een gelijkmatige, langzame verticale ophoging en horizontale uitbreiding plaats. Eerst wanneer zij een min of meer convexe vorm hebben en de veenvorming aan de oppervlakte niet meer voorkomt kunnen deze venen als oud beschouwd worden. De veranderingen kenmerken zich door sterke uitdroging waarvan spleetvorming en wind erosie het gevolg zijn.

Op de venen in de overgangszone van de continentale venen naar de arctische venen, evenals op die in de hogere delen van gebergten (figuur 12 No 4) komen overwegend zeggevenen voor met een vrijwel effen oppervlakte. Waar zich echter nog veenmosveen kan ontwikkelen vertoont de oppervlakte ook weer duidelijke slenken en bulten met regeneratieverschijnselen, zolang het veen tenminste in rijpende staat verkeert. De bulten zijn hier echter niet rond of ovaal maar langwerpig en men noemt deze daarom ook wel *strengen*. Zij zijn soms honderden meters lang, verscheidene meters breed en gemiddeld ongeveer 1 m hoog. De daartussen gelegen *strengslenken* vertonen overeenkomstige vormen. Zodra de strengen overdekt worden door heide of struikgewas en regeneratieverschijnselen ontbreken, mogen de strengvenen als oud of als dit het gevolg is van een klimaatverandering als verouderd beschouwd worden.

Deze strengen en strengslenken zijn in hun eerste aanleg waarschijnlijk een afzetting van veenmodder en plantenresten uit het afstromende smeltwater waarop zich later *Sphagnum* begint te ontwikkelen. Naarmate deze strengen hoger worden treden *Betula*, *Empetrum*, *Calluna*, *Rubus*, en *Cladium* voor het *Sphagnum* in de plaats. Ook kunnen zij ontstaan door solifluctie. Zo kunnen randgedeelten van een veenmoslichaam, dat zich op een zwak hellend zeggeveen ontwikkelt, loslaten en over het bodemijs van het er onder en naast liggende zeggeveen naar beneden glijden. Deze randgedeelten ontdooien door de sterkere expositie namelijk sneller dan het meer naar binnen gelegen veen.

Zulke door strengen en strengslenken getypeerde venen komen voor in Noord-Finland waar zij ook het best bestudeerd zijn. Zij zullen waarschijnlijk ook aangetroffen worden in de gebieden die met dit gebied in

klimatologisch opzicht overeenstemmen, zoals in noordelijke streken van Scandinavië, Rusland en Azië. In het gebergte komen zij voor op kammen van het Reuzengebergte, waar zij op een hoogte liggen van 1200 -1400 m.

In de *arctische zone*, in het algemeen ten noorden van de boomgrens, strekken zich de toendraffen uit die zich kenmerken door het optreden van grote veenheuveld en daarom ook wel *veenheuveld* genoemd worden. Deze zijn het best bestudeerd in Noord-Finland door V. Auer. De veenheuveld bereiken hier een hoogte van 4-7 meter, terwijl de lengte- en breedteafmetingen variëren tussen 2 en 20 meter. Zij bezitten altijd ronde tot ovale vormen. In de buitenste zone van hun verspreidingsgebied worden ze steeds minder hoog. In zuidelijke richting gaan zij geleidelijk over in strengen.

Uit de onderzoeken van Auer is gebleken dat deze veenheuveld zich in de regel kenmerken door een kern van zeggeveen en een mantel van veenmosveen. Er zijn er echter ook die uit zuiver zeggeveen en veenmosveen bestaan, terwijl tevens nog zulke voorkomen waarin zegge-, veenmos- en bruinmosveen in dunne lagen regelmatig met elkaar afwisselen. De veenmosheuveld met de eenvoudigste bouw zijn typisch voor het centrale deel. Die met een ingewikkelder bouw komen voor langs de randen van het verspreidingsgebied waar de wijzigingen van het klimaat zich het sterkst laten gelden. Bovendien treft men de laatste aan bij stromend water.

De veenmosheuveld worden tegenwoordig bovenaan door exogene krachten als vorst, wind, stromend smeltwater sterk aangetast, zodat veenvorming aan de bovenzijde uitgesloten is. Ondanks de bovenaan plaatsvindende vereffening of denudatie blijken ze echter nog steeds in hoogte te kunnen toenemen of zich in eenzelfde niveau te kunnen handhaven. Dat is alleen te verklaren uit zeer langzame stijging van het veenheuveldlichaam t.o.v. zijn omgeving. De veenheuveldmassa wordt blijkbaar door een *kracht van binnenuit* opgeheven. Deze kracht schijnt zijn oorsprong te hebben in de ongelijkmatige bevriezing van de veenbodem als gevolg van verschillen in botanische samenstelling van de veenbodem en in de ongelijkmatige sneeuwbedekking.

Dergelijke opwellingsverschijnselen zijn typisch voor de arctische streken. Door opwelling kan de bouw van arctische venen sterk gestoord worden. Aan de oppervlakte ervan kunnen enorme vorstspleten ontstaan. Behalve de veenheuveld die ontstaan door de werking van het ijs, komen er in de arctische venen ook veelvuldig veenheuveld voor die ontstonden door bronnen in de ondergrond. Deze *bronveenheuveld* beperken zich niet tot de arctische gebieden. Zij gelijken bovenaan op een krater en kenmerken zich verder door sterk ijzerhoudende roestbruin gekleurde veenlagen. Onder deze veenheuveld bevindt zich altijd een laag zand, welke door het bronwater werd afgezet (figuur 13).

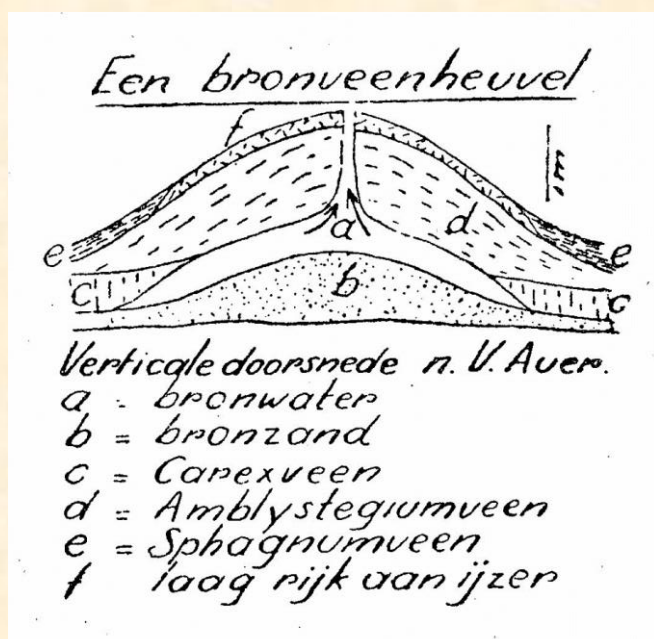


Fig. 13. Uit: K. Von Bülow. *Handbuch der Moorkunde I*

In het algemeen blijken de arctische venen, althans voor zover zij onderzocht zijn, in hun bouw overeen te komen met de venen waarvan vaststaat dat de ontwikkeling beïnvloed werd door de postglaciale klimaatveranderingen. In het algemeen kunnen deze dan ook gerekend worden tot de groep van de normaal veranderde venen. Bovendien zullen er abnormaal veranderde venen voorkomen (bronvenen).

Zolang de veenheuvels nog in hoogte toenemen kunnen deze venen beschouwd worden als rijpe venen. Zodra de hoogtegroei afneemt en de veenvorming stagneert verkeren zij in het oude of hun eindstadium. Ook deze venen kunnen als gevolg van klimaatwijzigingen of bodembewegingen enz. veranderen of verjongd worden. De huidige verschijnselen aan de oppervlakte van deze venen duiden er op, dat de arctische venen als gevolg van een klimaatverandering verouderen.

Hydrografie van venen

Alle veenlagen bevatten water. De *watercapaciteit van de verschillende veenlagen* echter varieert vrij sterk. Het meeste water kan het veenmosveen bevatten. Vooral het jonge veenmosveen in nog levende rijpe venen is bijzonder rijk aan water; zeggeveen blijkt in de veenprofielen steeds betrekkelijk droog en voor water min of meer ondoorlatend te zijn. In verband hiermede zijn de in het normale veenprofiel hierboven gelegen veenlagen het rijkst aan water. In verse veenprofielen sijpelt het grondwater voor een groot deel juist boven deze veenlaag naar buiten hetgeen in de winter bij vorst goed is waar te nemen doordat zich op dit niveau ijspegels en ijsklompen vormen. Een zelfde verschijnsel doet zich ook sterk voor op de scheiding tussen het oude en jonge veenmosveen en in het algemeen op de grens van veenlagen met een verschillende dichtheid. Bij onvoldoende ontwatering van het veen kunnen als gevolg hiervan in turfputten ook grote stukken veen afglijden over de door zijn stroachtige structuur zeer resistente zeggeveenlaag.

Het in het normale veenprofiel boven de mesotrofe veenlagen voorkomende veenwater is het eigenlijke oligotrofe *veengrondwater*. Het grondwater in de eutrofe en mesotrofe veenlagen sluit aan bij dat van de minerale ondergrond. Zeer duidelijk bleek dit bij de in ontginning zijnde venen van Zuidoost Drenthe. Hier zakte het veenwater uit de basale veenlagen meestal op natuurlijke wijze af in de kanalen en wijken, die in de veenondergrond zijn gegraven, terwijl het veenwater uit de bovenste veenlagen in de veenputten vloeit. Alleen wanneer er in de veenondergrond een ondoorlatende oerbank voorkomt of het waterpeil van de kanalen boven dat van de onderste veenlagen ligt, is het wegzakken van het water uit de onderste veenlagen natuurlijk niet mogelijk.

Het oligotrofe veenwater moet in onontgonnen venen zijn afvloeiing hoofdzakelijk in horizontale richting zoeken, dus naar de veenrand. Daar treedt het te voorschijn in een bronnenniveau welke gelegen is boven het niveau van het egressieveen, omdat ook dit veen door zijn grote dichtheid en ondoorlatendheid de grondwaterstroom tegenhoudt (vergelijk [figuur 9](#)).

De veenvorming boven water zet zich dus aanvankelijk ook voort in een met oligotroof water gevulde concave oppervlaktevorm, zij het ook dat de wanden daarvan misschien niet volkomen waterdicht zijn. Strikt genomen is de zogenaamde veenvorming boven water, althans aanvankelijk, ook een veenvorming in vrijwel stilstaand oligotroof water. Eerst, wanneer het veenmosveen zich over de randen van de holle vorm kan gaan afzetten, bestaat de mogelijkheid dat het water horizontaal gaat wegvloeien. Dan vormen zich om de venen *natte zones of "lags"* (vergelijk [figuur 6, No 3, 4, 5](#)) waarin het ondergronds afstromende veenwater terecht komt. Bij nog doorgaande veengroei kan zich tenslotte ook een bovengrondse afwatering ontwikkelen.

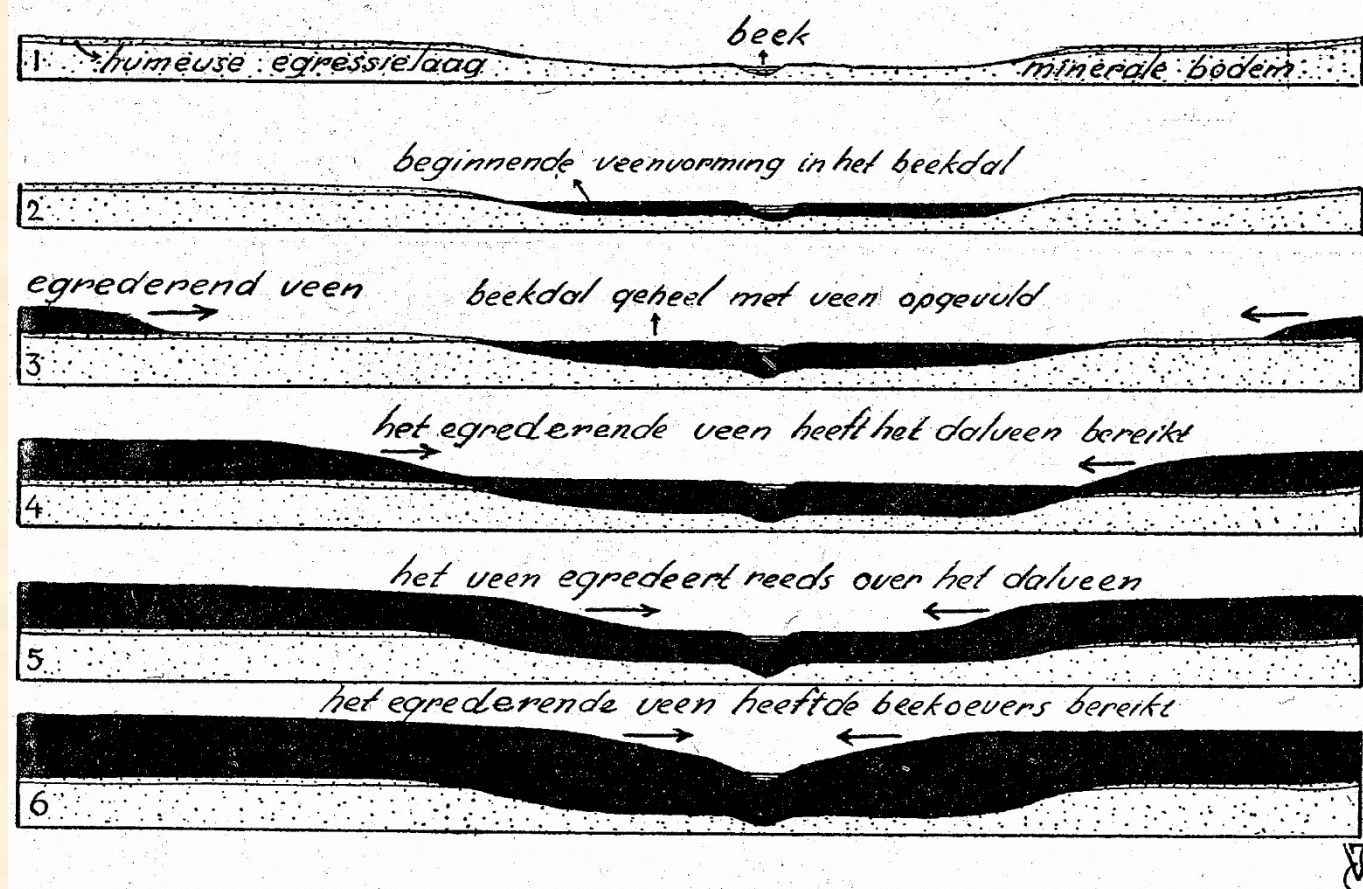
Zodra de grondwaterstroming immers in een bepaalde richting te sterk wordt, vermindert de veenvorming onder invloed van de waterovervloed en een te sterke stroming. Dan ontstaat in de veenhelling een min of meer V-vormige, naar binnen gerichte inkeping, waardoor, bij voortgaande groei van het veen, het grondwater geleidelijk bovengronds als *veenbeekjes* zal gaan afstromen. Zulke veenbeekjes kunnen dus alleen ontstaan wanneer het veen in zijn rijpe stadium verkeert.

Veenbeekjes die op deze wijze ontstaan mogen als *consequent* beschouwd worden, omdat zij de natuurlijke helling van het veenoppervlak volgen en eerst ontstonden nadat het veen een min of meer

convexe vorm bereikt had. Veenbeekjes kunnen echter ook plotseling ontstaan als gevolg van een *hellingdoorbraak*. In dat geval zijn ze ook consequent, maar zal de dalvorm in hoofdzaak een gevolg zijn van de inklinking van de bodem langs de uitbarstingsgeul. De veenbeekjes geven hun water af aan de "laggs" en kunnen later ook in verbinding komen met een in de omgeving bestaand afwateringsnet.

Het is ook mogelijk dat veenbeekjes zich geleidelijk ontwikkeld hebben uit een beekje dat reeds voor de veenvorming aanwezig was doordat in de nabijheid liggende egrederende venen het beekdal geleidelijk terzijde gingen insluiten (figuur 15). Weliswaar kan de bovenloop op de duur door veenmosveen overdekt worden, het dal blijft echter altijd als een duidelijke inzinking in het veenoppervlak zichtbaar. Deze veenbeekjes, die ondanks de veengroei, hun loop hebben weten te handhaven zijn als *antecedent* te beschouwen.

DE ONTWIKKELING VAN EEN ANTECEDENT VEENBEEKDAL



figuur 15

Dergelijke veenbeekjes zijn ouder dan de veenvorming en staan nog altijd in verbinding met het oorspronkelijke afwateringssysteem. Zij kunnen zich hoogstens als gevolg van het ongelijke egressievermogen van zijdelings naderende veenlichamen enigszins in horizontale richting verschuiven. De V-vormige inkepingen strekken zich in het veen veel verder uit dan die van consequente veenbeekjes.

Een *antecedent* veenbeekje kan op de volgende wijze ontstaan. Met de beginnende veenvorming, een gevolg van een algemeen vochtiger worden van de bodem, verliest het beekje zijn eroderend vermogen. De waterafvoer stagneert, het beekdal wordt overstroomd en er begint een eutrofe veenvorming met als eindstadium een mesotrofe verlanding. De van terzijde naderende egrederende venen in de omgeving vinden hierop een goede ontwikkelingsbasis en beginnen het beekje steeds nauwer in te sluiten. Eindelijk wordt het geheel ingesloten tussen de hellingen van de veenmosvenen en kan het beekje in de bovenloop zelfs geheel door veenmosveen bedekt worden.

Een dergelijke ontwikkeling hebben, zoals uit eigen onderzoek is gebleken, het bovendal van het Schoonebeeker Diep en dat van de Runde in Zuidoost Drenthe doorgemaakt. Hierbij hebben echter klimaatveranderingen de normale ontwikkeling van de veenbeekjes beïnvloed.

De bovengrondse afwatering is het meest ontwikkeld en kan zelfs vrij sterk eroderend werken in de extreem vochtige gebieden, zoals in Ierland, waar vele veenbeekjes hun ontstaan te danken hebben aan hellingdoorbraken. Reeds Fröh vermeldde voor dit land 25 van zulke "*outbursts of bogs*". Op continentale venen en op venen in de poolstreken zijn de omstandigheden voor het ontstaan van de veenbeekjes wegens de te geringe neerslag zeer ongunstig zodat zij op deze venen gewoonlijk ontbreken.

Naast een bovengrondse afwatering komt in neerslagrijke gebieden en dan vooral bij venen die op een hellend terrein liggen, ook nog een ondergrondse afwatering in de vorm van *beekjes of geultjes onder het veen* voor. Dit is het geval bij venen in het Harzgebergte, het Reuzengebergte (Pantsch- en Tschihandlwiese) en het Ertsgebergte (Joachimstal). Het water van een aan de bovenzijde van een hellingveen gelegen lagg kan door een opening in het veen verdwijnen en ergens aan de laagstgelegen zijde weer uit een opening te voorschijn komen. Zo'n beek onder het veen schuurt zijn bed echter grotendeels uit in de onder het veen liggende verweringsgrond. Het veen is immers door zijn vezelige, stroachtige of viltige structuur t.o.v. de erosie veel resistenter dan de in de regel losse verweringsgrond.

Bij de in ontginning zijnde venen in Zuidoost Drenthe is dit steeds goed te zien bij veenprofielen, die naar beneden overgaan in de veenondergrond. Terwijl de zandwand onder het veen, als gevolg van de zwaartekracht, afspoeling, bevriezing, ontdooiing en uitdroging achteruit gaat, is van de invloed van deze krachten op de veenwand nauwelijks iets te bespeuren. De veenwand blijft vrijwel onaangetast en steil en blijft als een vooruitstekend dak over de schuin naar boven uitgehohde zandwand hangen.

Verder kunnen beekjes onder het veen hun oorsprong vinden in *onder het veen gelegen bronnen*. Op de met water doordrenkte bodem in de omgeving van een bron zijn de voorwaarden voor veenvorming dikwijls gunstig. Hoewel de veenvorming meestal begint op enige afstand om de bron wordt de bron geleidelijk alzijdig en steeds nauwer door veen ingesloten. De afvoer van het bronwater wordt belemmerd, het water stijgt en er vormt zich tussen de veenwanden een meertje (bronmeertje). Naarmate het water in zo'n bronmeertje stijgt, zal het water trachten te ontwijken of door de veenwand en dan kan een helling doorbraak ontstaan of aan de basis van het veen door de minerale veenondergrond. In het laatste geval ontstaat een ondergrondse veenbeek.

Wanneer het bronwater door deze ondergrondse of bovengrondse afwateringsgeul regelmatig kan afvloeien zal het meertje spoedig verlanden en ook de bron zelf tenslotte door veen bedekt kunnen worden. Riviertjes die hun oorsprong vinden in bronnen onder venen of veentjes komen veelvuldig voor. Ondergrondse veenbeekjes kunnen tenslotte ook ontstaan tussen verschillende veenmeertjes wanneer het water in deze veenmeertjes ongelijk hoog staat. De loop van een ondergronds veenbeekje kan aangeduid worden door instortingstrechters, scheuren of cilindervormige openingen, waardoor ook oppervlaktewater aan de ondergrondse veenbeek kan worden toegevoerd.

Van de watercapaciteit, de stroomsnelheid, het erosief vermogen van veenbeekjes, stroomverleggingen, enz. is zo goed als niets bekend. Hiervan zal men alleen nog studie kunnen maken in veengebieden die nog niet of slechts in geringe mate door de mens beïnvloed zijn. Wel staat vast dat het grondwater uitermate langzaam stroomt, dat het grondwater in oligotroof veen rijk is aan humus en zuur reageert en dat het in eutroof veen alkalisch reageert. Bovendien neemt het koolzuurgehalte van het grondwater in het veenprofiel in het algemeen van boven naar beneden toe, het zuurstofgehalte daarentegen af. Het water, dat aan de basis van het veen uit het veen te voorschijn komt, is dan ook rijk aan koolzuur, maar arm aan zuurstof.

In de concave vormen op de veenoppervlakte kunnen meren of *meertjes en plassen* ontstaan. In jonge venen zijn meren altijd de resten van een verlandende watervlakte. Op rijpe en oude venen zijn de plassen en meertjes veel talrijker en kenmerken zij zich door oligotroof veenwater dat altijd een donkerbruine kleur bezit. Op de rijpe venen wordt de oppervlakte vooral gekarakteriseerd door de met water gevulde

slenken. Deze *slenkplassen* zijn verreweg het talrijkst en zijn vrijwel steeds klein van omvang en ondiep en kunnen wat hun vorm betreft nogal verschillen. In het algemeen echter overheersen de ronde tot ovale vormen.

Wanneer verschillende slenkplassen met elkaar in verbinding staan, ontstaan ingewikkelder vormen. Na de verlanding, welke vooral op rekening komt van het drijvende Sphagnum (*Sph. cuspidatum*) en een aantal andere weinig eisende water- en moerasplanten, worden zij gewoonlijk weer door veenmos overwoekerd. Op de oude en verouderde venen zijn de slenken meestal droog, hebben zij geen vegetatie of ze zijn slechts af en toe, zoals na een regen- of sneeuwperiode, met water gevuld. In het eerste geval vertoont de slenkbodem sporen van winderosie en krimpscheuren, in het tweede geval kan zich tijdens de periode dat de slenk water bevat een algenflora ontwikkelen die na de uitdroging als een dunne laag zogenaamd meteorpapier op de bodem achterblijft.

De slenkplassen kunnen zich door golfslag uitbreiden. Zij kenmerken zich in dat geval door een van de wind afgekeerde steile oever en een naar de wind toegekeerde vlakke oever. Langs de steile oever vindt voortdurend afbraak plaats door de golfslag, terwijl langs de vlakke oever een drijvend vegetatiedek steeds verder naar binnen groeit. Het gevolg hiervan is dat de veenplassen zich verplaatsen in de richting van de overheersende wind. Het veen, dat van de oever wordt afgeslagen komt in uiterst fijn verdeelde toestand (veendetritus of veenafval) als "*meermolm*" op de bodem van de plas tot bezinking, zodat deze na afloop van tijd met veensediment wordt opgevuld, ondieper wordt en tenslotte verlandt. In de veenprofielen zijn deze *asymmetrische lenzen van veendetritus* goed waar te nemen. Uit de vorm van deze lenzen kan de windrichting bepaald worden die tijdens de vorming van deze veenmeertjes overheersend was.

Veenplassen kunnen in rijpe venen ontstaan wanneer verschillende venen naar elkaar toegroeien. Zodra de natte randzonen van deze venen elkaar genaderd zijn wordt het water opgestuwd en ontstaat een meer. Deze meren liggen vrijwel altijd boven de convexe vormen van de ondergrond en geven soms duidelijk de richting aan van een onder het veen bestaande waterscheiding.

Wanneer op oude en verouderde venen veenmeertjes voorkomen moeten ze beschouwd worden als resten van meren uit het rijpe stadium. Zij kenmerken zich door een sterke verlanding. Meren kunnen ook ontstaan na een hellingdoorbraak, in instortingstrechters en om bronnen. Bovendien kunnen zij zich ontwikkelen uit veenbeekjes die plaatselijk door egrederend veen worden overschreden. Zij liggen dan meestal in een rij naast elkaar.

De *levensduur* van de kleine plassen is betrekkelijk kort, de grotere hebben doorgaans een langere levensduur en verdwijnen meestal eerst bij een veroudering van de veenoppervlakte als gevolg van een klimaatwijziging of ontwatering van de venen. Bij een verjonging van het veen kunnen verschillende bij elkaar gelegen veenmeertjes of meerstallen, zoals men ze ook wel noemt, samengroeien tot één groot meer. Dit was bijvoorbeeld het geval bij het voormalige Zwartemeer in Zuidoost Drenthe.

Het ontstaan van meren is ook afhankelijk van het heersende *klimaat*. In de oceanische gebieden treden meren in rijpe venen veelvuldig op, in de rijpe continentale daarentegen ontbreken ze vrijwel altijd als gevolg van de geringe reliëfverschillen en het ontbreken van overtollig water. Hier kunnen zij alleen ontstaan wanneer er vrij diepe holle vormen in voorkomen. In het oude stadium komen ze zo goed als niet voor. In de subpolaire gebieden zijn meren in het rijpe stadium weer veel talrijker. Het water is in hoofdzaak afkomstig van het smeltwater. Ook hier zijn de meren in het oude stadium veel minder talrijk.

In *rijpe venen* springen de morfologische elementen van het veenlichaam, namelijk de hoogvlakte met bulten en slenken, de rand-, beek- en meerhellingen ook direct in het oog door de verschillen in vegetatie. Op de hoogvlakte domineert de veenmosvegetatie. Alleen op de drogere bulten en in de vochtige of met water gevulde slenken kunnen daarnaast ook hogere planten tot ontwikkeling komen. De plantensoorten op de drogere gedeelten zijn vooral dwergstruiken en kleine exemplaren van berken en dennen. De aller droogste gedeelte kenmerken zich vooral door *Calluna vulgaris* en verschillende *Polytrichum*-soorten. Van de planten in de slenken overheeft *Sphagnum cuspidatum*, het drijvende veenmos. Daarnaast treedt nog een aantal water- en moerasplanten op.

Wat de *verschillen in vegetatie* betreft is het volgende te constateren.

De veenmeertjes zijn zeer arm aan planten en aan plankton. Zij kenmerken zich door een drijvend plantendek. In de omgeving van de veenplassen is vrijwel steeds een struikgewasvegetatie, waarin berken, dennen, wilgen en elzen de belangrijkste boomsoorten zijn.

De dalhellingen van de veenbeekjes vertonen eveneens een afwijkende plantengroei. In het algemeen bestaat hier van beneden naar boven de volgende zonale rangschikking. In en langs het beekdal overweegt *Phragmites communis* met *Carices* en verschillende moerasplanten als *Menyanthes trifoliata*, *Comarum palustre*, alsmede *Eriophorum polystachium*. Voor het onderste deel van dalhellingen zijn *Eriophorum vaginatum*, *Carex rostrata* en *Scheuchzeria* karakteristiek. De bovenzijde van de dalhelling wordt daarentegen getypeerd door bosgroei en de planten die voorkomen op de drogere gedeelten van de hoogvlakte van het veen. De randhellingen van het veen hebben eenzelfde zonale rangschikking van de plantengroei als de beekdalhellingen. In de er voor liggende vochtige randzone overheersen riet en boomsoorten die een vochtige standplaats prefereren zoals wilgen en elzen.

De verschillen in vegetatie op de onderscheidene veengedeelten zijn uiteindelijk te *verklaren* uit de hoogte en de beweging van het grondwater. Men kan de begroeiingszones in een goed ontsloten veen ook fossiel vaststellen. Op de maritieme venen, die verouderen, verdwijnt de veenmosgroei op de hoogvlakte en maakt zij plaats voor een heidevegetatie terwijl de bosgroei zich geleidelijk van af de randen naar binnen gaat uitbreiden.

De veenvorming en de postglaciale klimaatveranderingen

De kennis van klimaatveranderingen, die zich in de loop van de aardgeschiedenis hebben voorgedaan, berust grotendeels op de bestudering van het klimaat en het bepaalde karakter van fossiele planten- en dierenresten welke in de gesteenteschaal worden aangetroffen. Het zal dan ook geen verwondering wekken dat juist de venen, die immers vrijwel geheel uit fossiel plantenmateriaal bestaan, voor de *bestudering van de klimaatveranderingen*, vooral van die, welke zich hebben voorgedaan na de ijstijd, van grote betekenis zijn geworden.

De eerste die er op wees dat veenonderzoek van groot belang was voor onze kennis van de ontwikkelingsgeschiedenis van de flora sinds de IJstijd was de Deense bioloog Japetus Steenstrup. In 1841 werd zijn baanbrekend onderzoek gepubliceerd over de botanische samenstelling van venen in het noordelijk deel van het Deense eiland Seeland. Daarin kwam hij o.m. tot de conclusie dat na de landijsbedekking vier plantenformaties elkaar hadden opgevolgd, namelijk de periode van de ratelpopulier, die van de grove den, die van de wintereik en die van de els. In Nederland kwam Staring tot de conclusie dat ook hier een opeenvolging van boomsoorten had plaats gehad. Volgens hem was in Nederland de grove den de oudste boom, waarna de eik, de berk en de els volgden.

Eerst Axel Blytt bracht de ontwikkelingsgeschiedenis van de flora met zijn theorie van de afwisselende klimaten in 1882 meer bewust in verband met de postglaciale klimaatveranderingen. Eerst ondervond zijn theorie een heftige bestrijding. Zij werd echter vooral verdedigd door Sernander. In het schema van Blytt-Sernander worden de volgende klimaatperiodes onderscheiden.

- de **arctische klimaatperiode**, gevolgd door
- de **subarctische**, die beide koud en droog zijn geweest,
- de **boreale**, die warmer, maar altijd nog zeer droog was (continentaal),
- de **atlantische**, die vochtig en warm was,
- de **subboreale**, een droge en nog warme klimaatperiode,
- de **subatlantische** koele en zeer vochtige periode en
- de **tegenwoordige periode**, die weer iets droger schijnt te zijn.

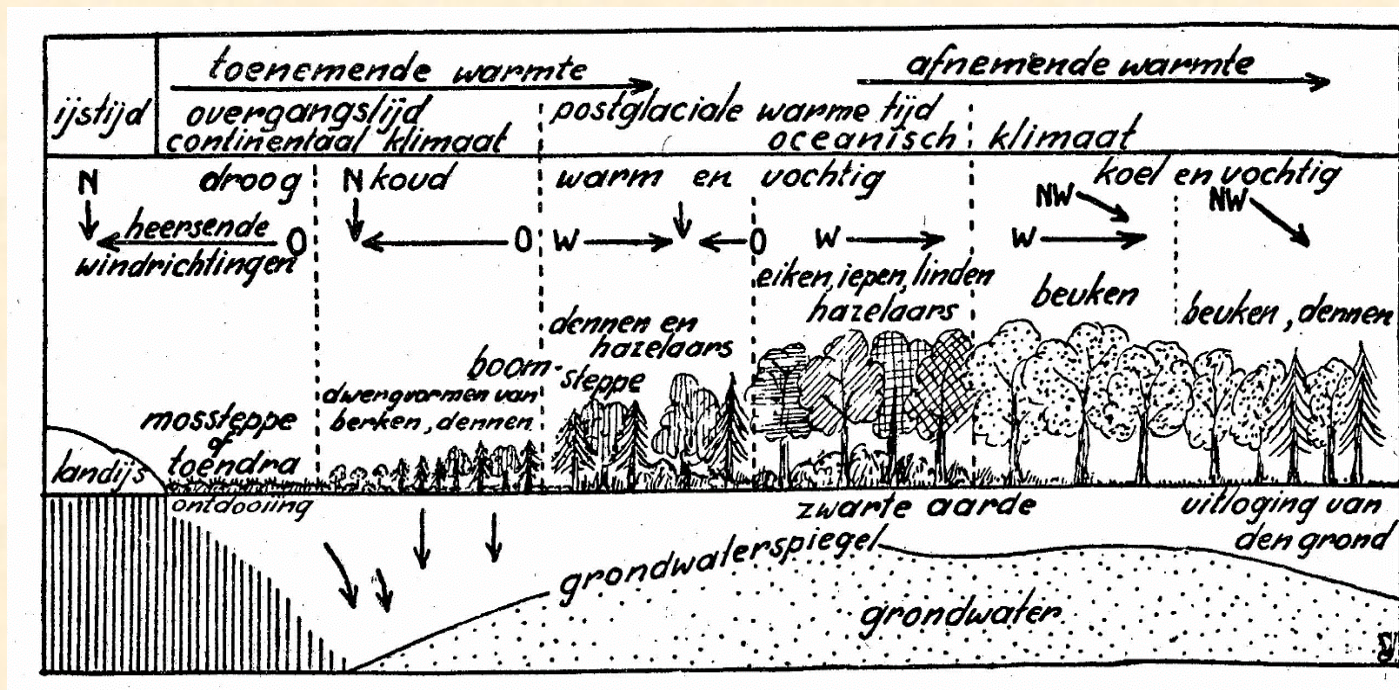
De *postglaciale klimaatveranderingen* waren van grote invloed op de vegetatie (zie figuur 16).

Schrijver dezes kon op grond van zijn geomorfologisch onderzoek van het veen in Zuidoost Drenthe aannemelijk maken dat deze klimaatveranderingen zich ook in Nederland hebben voorgedaan. Ook

Florschütz kwam later, mede op grond van zijn pollenanalytisch onderzoek in dit veen, tot eenzelfde conclusie. Alleen meent hij geen subboreale periode te moeten onderscheiden.

Hij onderscheidt voorlopig althans:

- een **preboreale** berken- en dennenperiode
- een **boreale** dennen- en hazelaarperiode
- een **atlantische** periode met gemengd eikenbos en hazelaars
- een **subatlantische** beuk- en haagbeukperiode.



figuur 16

In het volgende zal nu aan de hand van de resultaten van persoonlijk geomorfologisch veenonderzoek in een deel van een van de grootste venen van Europa, het Zuidoost Drentse gedeelte van het Boertangerveen, nagegaan worden of de bovengenoemde opeenvolging van de klimaatperiodes ook voor Nederland aanvaard kan worden (vergelijk [figuur 11](#)).

De veenbasis ([figuur 17](#)) bestaat in dit veen uit pleistocene zanden die bovenaan en in elk geval onder de lagen 3-5 het zogenaamde heideprofiel vertonen, d.w.z. een humus zandsteenbank (oerbank) met daarop een loodzand- (bleek- of schierzand) laag. Deze beide vormingen moeten beschouwd worden als producten van bodemuitloging, mede ten gevolge van de vegetatie. De bruine humus zandsteenbank of "koffiebank" zoals ze ook wel genoemd wordt, zou ontstaan zijn uit geprecipiteerde humaten in gelvorm uit de loodzandlaag.

De zanden, waarop het veen rust, hebben een eolische facies en werden afgezet na de Risz-ijsbedekking (Salien) in een sterk continentaal subglaciaal klimaat. In deze klimaatperiode konden de zanden bij hevige koude, sterke temperatuurverschillen en grote droogte door sterke oostelijke winden over grote afstanden vrijwel horizontaal, zoals dat ook het geval was met de löss of stuifklei, verplaatst en afgezet worden.

Aan de basis van het veen, dus op het grensvlak tussen zand en veen, kwamen vrijwel overal stam- en worteldelen van bomen voor, de *zandstobben*. Die stonden in het zand en reikten soms nog door het verlandingsveen heen tot in het oud veenmosveen. Deze stobben waren in hoofdzaak resten van berken en dennen die dus in het zand groeiden voor de veenvorming begon zodat ze stratigrafisch nog tot het zand behoren ([figuur 11](#), [17](#) en [18](#)). Dit stobben-niveau is de *onderste stobbenhorizon*. Zij bewijst dat de zanden geleidelijk door een vegetatie werden vastgelegd. Daarin waren berken en dennen de meest op de voorgrond tredende boomsoorten. Het voorkomen van deze boomsoorten was in de eerste plaats een

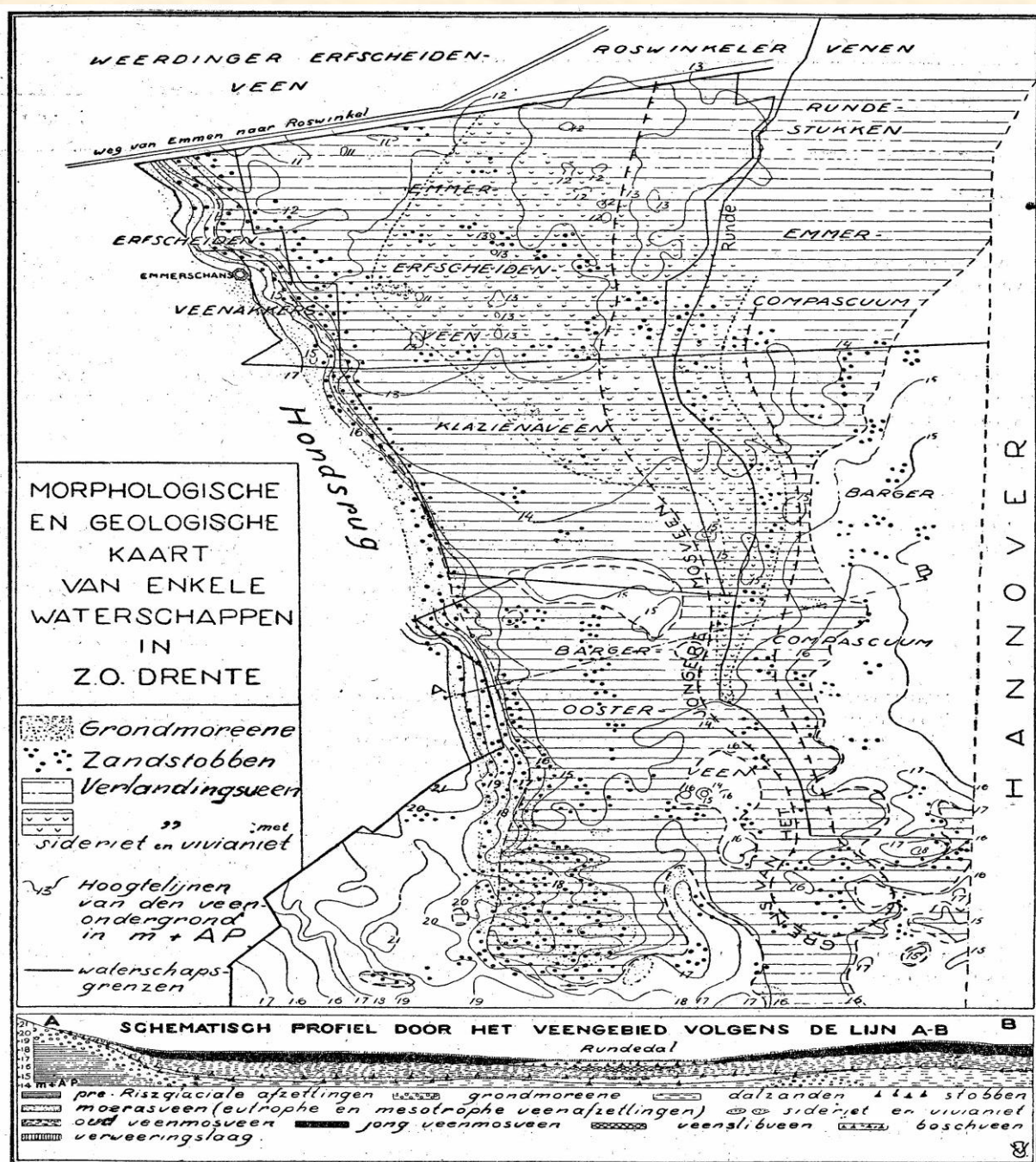
gevolg van het verder terugwijken van de ijsrand waardoor de klimatologische omstandigheden voor boomgroei gunstiger werden.

Daarnaast was de boomgroei zonder twijfel ook een gevolg van een *rijzing van het grondwater* die op haar beurt grotendeels veroorzaakt werd door een stijging van de zeespiegel. Door het hoger worden van de grondwaterspiegel kon nu boomgroei optreden op plaatsen waar dat voordien in deze doorlatende zanden niet mogelijk was. Aanvankelijk bevorderde de rijzing van de grondwaterspiegel de boomgroei en kreeg de vegetatie het karakter van boomsteppe. Naarmate het grondwater echter hoger kwam werden, doordat de bodem te vochtig werd, de levensmogelijkheden van de bomen weer ongunstiger. Er begon zich ruwe humus te vormen terwijl de laagste delen geleidelijk zo moerassig werden dat er boomgroei onmogelijk werd en er zich veen begon te vormen. Op de hogere delen kon de boomgroei aanvankelijk nog wel doorgaan.

Het voor Nederland en Noordwest-Duitsland geldende schema kan als volgt opgesteld worden.

Schema 1

veenlagen		Gem. dikte in m.	samenstelling (eigenschappen)	ontstaan in:	klimaat-karakter
bonkaarde		0.30	(sterk verweerd)	tegenwoordige tijd	iets droger?
5. jong veenmosveen of grauwwveen		1.00	veenmos (weinig verweerd, snel gevormd)	sub-atlanticum — 500 tot + 1000	vochtig en koel
4. grensveen of grenshorizon van Weber (bovenste stobbenhorizon)		0.40	heide, wolgras, plaatselijke houtresten (sterk verweerd, langzaam gevormd)	subboreaal — 1500 tot — 500	droog en warm
3. oud veenmosveen of zwartveen		1.50	hoofdzakelijk veenmos met heide- en wolgrasresten (sterker verweerd dan laag 5, snel gevormd)	atlanticum — 5000 tot — 1500	vochtig en warm, (max. warmte)
2. verlandingsveen	moerasbosveen (middelste stobbenhorizon)	0.30	houtresten van berk, els en den, heide, wolgras (verweerd, langzaam gevormd)	boreaal — 9000 tot — 5000	zeer droog en warm
	zeggeveen rietveen	0.90	riet, zegge en waterplanten (langzaam gevormd)	preboreaal — 15000 tot — 9000	subarctisch continentaal
1. humeuze veenlaag (onderste stobbenhorizon)		0.10	houtresten van den en berk. De wortels reiken tot in het zand van de ondergrond (langzaam gevormd)	subglaciaal — 24000 tot — 15000	koud en droog
pleistocene minerale ondergrond		vertoont zwakke verheffingen en inzinkingen ten gevolge van windwerking			arctisch



Toelichting figuur 17. In het Zuidoost Drentse veengebied bestaat de veenondergrond aan de oppervlakte uitsluitend uit de grondmorene en fijnkorrelige geel gekleurde zanden. Op dit kaartje werd alleen de verbreiding van de grondmorene aangegeven. Het overige deel van de veenondergrond bestaat uit dalzanden. Beide afzettingen bezitten bovenaan over grote oppervlakten een loodzandlaag en een humuszandsteenbank (oerbank).

In deze zanden en in de grondmorene wortelen overal zogenaamde zandstobben. Zij bewijzen dat er voor de veenvorming boomgroei mogelijk was. De stippen op het kaartje duiden de vindplaatsen aan van deze zandstobben en geven tevens een beeld van de dichtheid van de boomvegetatie.

Boven de zandstobben ligt het verlandingsveen dat zowel eutroof als mesotroof is. Het moerasijzererts is beperkt tot het verlandingsveen en treedt het veelvuldigst op in en langs het Rundedal. Het oudere veenmosveen beslaat het gehele gebied met een gemiddelde dikte van 1,50 m. Het werd daarom niet afzonderlijk op de kaart onderscheiden. De oppervlakte daarvan is golvend als gevolg van de vorming van heidebulten, wolgrashorsten en slenken tijdens de relatief droge grenshorizon-periode. Het jongere veenmosveen dat met een gemiddelde dikte van ongeveer 1 m over deze oude grensoppervlakte geëgredeerd is, ontbreekt slechts langs de randen van het veen en langs het Rundedal. Op het kaartje werd slechts de grens aangegeven langs het Rundedal. Overigens verloopt de grens op enige afstand evenwijdig aan de veenrand.

De *eerste veensedentaten* ontstonden in de laagste delen tijdens het *preborea*al wat door het pollenanalytisch onderzoek bevestigd werd. Deze eerste veensedentaten zijn rietveen en zeggeveen, d.w.z. typische verlandingsveensoorten. Tegen het einde van het *preborea*al kreeg het moeras zijn grootste uitbreiding.

Daarna verouderde dit jonge veen als gevolg van een hierop volgende drogere klimaatperiode. Het ontbreken van het typische verlandingsveen, het zeggeveen in het middendeel, alsmede het feit, dat het *moerasbosveen* zich hierbij direct ontwikkelde op het rietveen, wijzen erop dat het moerasbosveen niet het gevolg was van een natuurlijke successie maar inderdaad van een klimaatverandering. Dit wordt ondersteund door verschijnselen als droogtespleten, sideriet-, vivianiet- en dopplriet-voorkomens onder het niveau van het moerasbosveen.

Het moerasbosveen met een gemiddelde dikte van 30 cm moet ontstaan zijn in het *borea*al, een periode die zich kenmerkte door een grotere droogte en hogere temperatuur. In deze periode vond een algemene uitdroging van de venen plaats als gevolg van een daling van de grondwaterspiegel. Na de moerasperiode begon dus een uitdrogingsperiode waarin het moeras vooral begroeid werd met berken, dennen en hazelaars. De stobben van deze bomen komen in dit veen zo regelmatig voor en zijn in het lengte profiel over zulke grote afstanden waar te nemen dat gesproken mag worden van een tweede of *middelste stobbenhorizon* (figuur 11 en 17).

Op het moerasbosveen volgt in het profiel het oudere *veenmosveen* of *zwartveen* dat thans een gemiddelde dikte heeft van 150 cm, maar dat vóór de ontwatering zonder twijfel veel dikker geweest moet zijn wat natuurlijk ook voor de andere veenlagen geldt. Voor Zuidoost Drenthe was het bedrag van de inklinking van het gehele veenprofiel van gemiddeld 4 m dikte tussen 1886 en 1928 gemiddeld 3 cm per jaar. Deze veenlaag is in hoofdzaak samengesteld uit veenmos, daarnaast uit heide en wolgras, uit planten dus die een grote luchtvochtigheid verlangen. Na het *borea*al moet het klimaat zo vochtig geworden zijn, dat het veenmos de vrijwel alleenheersende plant kon worden, d.w.z. na het *borea*al werd het reeds verouderde veen verjongd.

Daar het veenmos alleen in een gelijkmatig vochtig klimaat zijn optimale levensvoorwaarden heeft, moet het klimaat een oceanisch karakter gehad hebben. Bovendien kon door pollenanalytisch veenonderzoek vastgesteld worden dat ook het bos wat zijn samenstelling betreft sterke wijzigingen had ondergaan. De gunstige levensmogelijkheden bestonden er toen vooral voor het thermofiele gemengde eikenbos. De meest op de voorgrond tredende boomsoorten waren naast de hazelaar, die ook in deze periode nog sterk vertegenwoordigd bleef, vooral de eik, iep, els en linde.

Met de intrede van deze vochtige periode schijnt ook de vorming van het bovengenoemde *heideprofiel* begonnen te zijn omdat er toen eerst een heidevegetatie mogelijk werd. Deze vochtige periode noemt men het *atlanticum* dat tot ongeveer 1500 v. Chr. geduurd moet hebben en dat zich kenmerkte door een gelijkmatige vochtigheid en een nog vrij hoge temperatuur. Gedurende deze tijd bereikte het veen het stadium van rijpheid en breidde het zich met een egressielaag ver uit buiten de oorspronkelijke grenzen van het verlandingsveen. Het veen werd zelfs vrij sterk reliëf bedekkend.

Als oorzaak van deze sterke klimaatverandering wordt in de eerste plaats de *rijzing van de zeespiegel* beschouwd, ten gevolge waarvan het Nauw van Calais overstroomd werd, tegelijk met de Litorina-transgressie (Oostzee of Baltische Zee), waardoor zich de invloed van de Atlantische Oceaan veel verder oostwaarts kon laten gelden dan voorheen.

Op dit oudere veenmosveen volgen de veenvormingen van de zogenaamde grenshorizon, die in Drenthe voornamelijk bestaan uit heide- en wolgrasveen, terwijl plaatselijk in dit niveau, vooral in de omgeving van beekjes en veenplassen, ook kienhout kan optreden (*bovenste stobbenhorizon*). Er ontwikkelde zich na de vorming van het oudere veenmosveen dus een vegetatie die wijst op een uitdroging van het veen. Ook vertoont de oppervlakte van het oudere veenmosveen denudatieverschijnselen en is zij sterker verweerd.

Macroscopisch zijn de grenshorizonvormingen in het profiel dus waar te nemen door het grote gehalte aan heide, wolgras en kienhout. Morfologisch zijn de vormingen op te merken door verwerings- en

denudatieverschijnselen. Pollenanalytisch komen de horizonvormingen in de pollendiagrammen tot uitdrukking doordat kort te voren de *Corylus* en *Alnus*curven hun laatste maxima bereikte waarna spoedig een *Alnus*minimum optreedt.

Het is dan ook niet aan twijfel onderhevig dat de vochtige atlantische periode waarschijnlijk *zeer geleidelijk* overging in een veel drogere periode die als *subboreaal* kan worden aangeduid. Zij duurde van -1500 tot -500 v. Chr. en kenmerkte zich naast haar droogte door een geringere warmte. In deze periode onderging het rijpe veen een verouderingsproces.

Op de subboreale min of meer verweerde veenoppervlakte vormde zich later het jongere veenmosveen dat in tegenstelling met het oudere veenmosveen slechts in zeer geringe mate gehumificeerd is en veel minder heide- en wolgrasresten bevat. Dat wijst er op dat de klimatologische verhoudingen tijdens de vorming van deze veenlaag voor het veenmos nog gunstiger moeten zijn geweest dan bij de vorming van het oudere veenmosveen tijdens het atlanticum.

Uit het feit dat het jongere veenmosveen tegen de subboreale grenshorizonvormingen scherp begrensd is en er discordant overheen ligt, mag afgeleid worden dat de veranderingen van het klimaat zich snel hebben voltrokken. In elk geval onderging het veen een oligotrofe verjonging als gevolg van een klimaatverandering die als *subatlanticum* wordt onderscheiden. Er was in deze periode een betrekkelijk lage temperatuur en grote luchtvochtigheid. De eik geraakte in deze klimaatomstandigheden op de achtergrond terwijl de beuk de leidende boom werd in de bosvegetatie. Ook pollenanalytisch kon in het Zuidoost Drentse veen aangetoond worden dat het begin van de vorming van het jongere veenmosveen samenviel met het optreden van de beuk.

Het is waarschijnlijk dat de in het subatlanticum begonnen vorming van het jongere veenmosveen doorging tot in de Middeleeuwen waarna het veen opnieuw ging verouderen. De veenmosbegroeiing maakte plaats voor een *heidebegroeiing*. Thans is de bovenste 30 cm sterk verweerd. Het Zuidoost Drentse veen is aan zijn oppervlakte sterk verouderd hetgeen deels misschien een gevolg kan zijn van een wijziging van het klimaat sinds de Middeleeuwen. Voor het grootste deel is de verandering echter veroorzaakt door de kunstmatige ontwatering ten behoeve van de veenontginning.

Uit het bovenstaande blijkt dat de algemeen in Noordwest-Europa aanvaarde postglaciale klimaatveranderingen ook in het Zuidoost Drentse veen een duidelijke weerspiegeling vinden zodat dit veen gerekend mag worden tot de *normaal veranderde venen*. De klimaatwisselingen hebben ongetwijfeld ook hun invloed laten gelden op de venen in Nederland die thans beneden de zeespiegel liggen en voor een groot deel door kleiafzettingen bedekt zijn. De *Hollandse en Friese venen* zijn als een samenhangend geheel te beschouwen en maken op hun beurt deel uit van het grote kustvlakteveen, dat zich uitstrekt van Calais tot Sleeswijk-Holstein.

Het Hollandse en Friese veen begon, zoals uit de jongste onderzoeken is gebleken, met de vorming van verlandingsveen op een wadvlakte. De onderste veenlagen zijn eutroof en mesotroof, terwijl de bovenste uit oligotroof veen bestaan, waarin ook met zekerheid een grenshorizon kon worden vastgesteld. Wat zijn bouw en botanische samenstelling betreft komt het overeen met dat van Zuidoost Drenthe.

De verschillen met het veen in Zuidoost Drenthe bestaan hierin dat aan de veenvorming in het Hollandse en Friese veen ten gevolge van de rijzing van de zeespiegel eerder een eind kwam dan in Zuidoost Drenthe, dat het nu beneden de zeespiegel ligt en dat het over grote afstanden door minerale sedimenten is bedekt. Door de kortere ontwikkelingstijd van het jonge veenmosveen en de samendrukking van het eventueel opliggende sediment zal de dikte van de bovenste veenlaag geringer moeten zijn dan bijvoorbeeld in Zuidoost Drenthe. De overige veenlagen zijn bij bedekking door de sedimenten natuurlijk ook sterk samengeperst.

Het Hollands-Friese veen mag beschouwd worden als een *abnormaal veranderd kustvlakteveen*, omdat hier behalve invloeden van het klimaat bovendien nog veranderingen in de zeespiegel, vermoedelijk als gevolg van regionale bodembewegingen, de ontwikkeling duidelijk aantoonbaar hebben beïnvloed.

Evenals in Nederland en in het algemeen in Noord- en West-Europa zullen zich ook in de overige veengebieden van de aarde overeenkomstige, zij het waarschijnlijk niet gelijktijdige, veranderingen hebben voorgedaan en invloed uitgeoefend hebben op de veenvorming. Van de venen buiten Europa is echter nog te weinig bekend om nu reeds in dit opzicht algemene conclusies te trekken.

Tenslotte dient nog opgemerkt te worden *de invloed van gelijke klimaatveranderingen op het veenprofiel in de verschillende klimaatgebieden niet altijd even duidelijk zichtbaar* is. In extreem vochtige gebieden bijvoorbeeld zal zelfs bij een vrij sterke vermindering van de vochtigheid de veenvorming slechts in geringe mate in ongunstige zin beïnvloed worden. In de continentale gebieden, waar de veenvorming onder normale omstandigheden nog juist mogelijk is, zal als gevolg van een afnemende vochtigheid daarentegen de veenvorming direct ophouden. In beide gevallen zal een droogteperiode in het veenprofiel niet duidelijk tot uitdrukking komen.

Zo is de grenshorizon bijvoorbeeld in de extreem-oceanische en continentale venen wel steeds aanwezig maar dikwijls nauwelijks waarneembaar. In de normaal maritieme gebieden om de Noord- en Oostzee evenwel is de grenshorizon overal duidelijk zichtbaar. Ook in het hooggebergte, waar veel regen valt, heeft een vermindering van de vochtigheid wegens een bestaande overmatige vochtigheid weinig invloed op de veenvorming en zal de grenshorizon dikwijls moeilijk vast te stellen zijn.

Samengevat blijkt het verband tussen de klimaat-, bos- en veenontwikkeling in Zuidoost Drenthe uit het overzicht van schema 2. Tevens werden daarin de stijging van het zeewater tijdens het holoceen en de absolute datering van de veenvormingsstadia aangegeven.

veenlagen		klimaatveranderingen en hun invloed op de veenontwikkeling	leidende boomsoorten	rijzing v.d. zeespiegel (in m.)	absolute tijdrekening	indeling volgens de geol. kaart
bonkaarde of verweringslaag		recente klimatische? en kunstmatige veroudering (tamelijk droog)	eik en berk?	— 1,0	+ 1000	jong holoceen
jong veenmosveen of grauwwveen		subatlantische, oligotrophe verjonging (koel en vochtig)	beuk en haagbeuk	— 2,5	— 500	
grensveen; grenshorizon-veensedimenten met lokale bovenste stobbenhorizon		subboriale, oligotrophe veroudering (vrij warm en droog)	eik	— 4,0	— 2000	
oud veenmosveen of zwartveen		atlantische, oligotrophe verjonging (warm en vochtig)	linde iep	— 7,0	— 5000	
verlandingsveen	moerasbosveen middelste (middelste horizon)	preboreale grondveroudering; beëindiging van de verlanding (warm en zeer droog)	hazelaar en groveden		— 8000	oud holoceen
	zeggeveen rietveen	preboreale grondwaterstijging en gelijktijdige eutrophe tot mesotrophe verlanding (koud en droog)	groveden en berk			
onderste stobbenhorizon		preboreale bebosning (bossteppe)		— 60,0	— 15000	

Schema 2

Ook in andere, onderling ver uit elkaar gelegen landen komt een soortgelijke opeenvolging van veenlagen in de veenprofielen van het holoceen voor. Daaruit blijkt dus duidelijk dat de klimaatveranderingen na de ijstijd zich in geheel Europa hebben laten gelden, zie schema 3 waarvan de gegevens ontleend werden aan H. Schreiber in Nr. 29.

Schema 3

H. Schreiber 1908 Alpen, Ertsggeb.	C. A. Weber 1910 Nd. Duitsl.	Dokturowsky 1925 Rusland	Holmsen 1920 Noorwegen	Fr. J. Lewis 1905-1907 Schotland	G. Bardarson 1910 Nd. IJsland
veenlagenprofiel					
Rezenter Torf			Austrocknung		
1. Jüngerer Moostorf nieder- schlagsreich, trüb	1. Jüng. Sphag- numtorf	1. Jüng. Moost. Aussterben v. Trapa u. Najas im Norden	1. Jüng. Sph. torf	1. Recent Peat	1. Kaertörv (Riedtorf)
2. Jüngerer Bruchtorf, nieder- schlagsarm, klar	2. Grenz- horizont	2. Obere Wald- schicht (Erle) Aus- breitung v. Trapa u. Najas bis Finnland	2. Waldschicht	2. Upper Forestian	2. Skovlag (Waldtorf)
3. Aelterer Moostorf, nieder- schlagsreich, trüb	3. Aelt. Sph. torf	3. Aelt. Moos- torf. In Mit- telruszland Erlen häufig	3. Aelt. Sph. torf	3. Lower Tur- barian	3. Kaertörv (Riedtorf)
4. Beisentorf Wollgrast. 5. Föhren- u. Birkentorf 6. Erlenwald- torf	4. Aelterer Bruchtorf, nieder- schlagsarm, klar	4. Untere Waldschicht, Kiefer, Birke, Erle herrschend	4. Aeltere Waldschicht	4. Lower Forestian	4. Krattörv (Reisert.)
5. Aelterer Riedtorf, warm, sonnig	7. Schilftorf 8. Torfmudde	5. Subarctische Schichte. Er- scheinen v. Kiefer, Bir- ke, Fichte, Espe	5. Gytja u. Sumpf- bildung		

Bibliografie

1. Auer, V. Ueber die Entstehung der Stränge auf Torf mooren. Acta forest. fenn. 12, 1920.
2. Baren, J. van. De Bodem van Nederland, Bd. I en II. Amsterdam, 1927.
3. Bemmelen, J. M. Over de Samenstelling, het Voorkomen en de Vorming van Sideroze (witte klier) en van Vivianiet in de onderste darglaag der hoogvenen van Zuidoost Drenthe. Verh. der Kon. Ak. v. Wet., Ie Sectie, Dl. III, Nr. I, Amsterdam, 1895.
4. Blink, H. De lage venen in Nederland. T.A.G., 1891.
5. Blink, H. De verbreiding der venen over de aarde en hun uitgestrektheid. T.E.G., 1917.
6. Blytt, A. Die Theorie der wechselnden kontinentalen und insularen Klimate. Bot. Jahrb., Bd. 2, 1881.
7. Borgman, A. Bijdrage tot de kennis der geologische ontwikkeling van Nederlands hoogvenen Proefschrift. Groningen, 1890.
8. Bülow, K. von. Handbuch der Moorkunde I, Allgemeine Moorgeologie. Berlin, 1929.
9. Cajander, A. K. Studien über die Moore Finlands. Fennia 35, 1913.
10. Firbas, F. Die Vegetationsentwicklung des Mittel europäischen Spätglazials. Bibliotheca Botanica. H. 1935.
11. Florschütz, F. De Pollenanalyse als hulpmiddel bij de studie der vegetatie. H. N. en G. C., Rotterdam, 1929.
12. Florschütz, F. Fossiele overblijfselen van een toendra vegetatie in Nederland. Proc. Kon. Ak, van Wet., 33.2. Amsterdam, 1930.
13. Florschütz, F., Vermeulen, G. u. A. Resultate von Untersuchungen an einigen niederländischen Mooren. Mitt. A-D, Rec. d. Trav. botaniques néerl. 29, Amsterdam, 1932.
14. Gams, H. und Nordhagen, R. Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mittel-Europa. Mitt. d. Geogr. Ges. i. München, Bd. 14, 1920.
15. Gams, H. Die Ergebnisse der pollenanalytischen Forschungen in Bezug auf die Geschichte der Vegetation und des Klimas von Europa. Zeitschr. für Gletscherkunde, Bd. 15, mit Bibl., Leipzig, 1927.
16. Gedenkboek Oostreich. Excursie naar de Zuidoost Drentsche venen. Groningen, 1933.
17. Koch, H. Mooruntersuchungen im Emsland und im Hümmling. Int. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrografie, Bd. 31, Heft 1-2, 1934.
18. Klinge, J. Ueber Moorausbrüche. Englers Bot. Jahrbücher, 14 Bd. 4 Heft, Leipzig 1891.
19. Lesquereux, L. Untersuchungen über die Torfmoore im Allgemeinen, Berlin 1847.
20. Lorie, J. Contribution à la géologie des Pays-Bas, VI. Les hautes tourbières au nord du Rhin. Archives du musée Teyler, serie 2, Vol. IV, Haarlem, 1895.
21. Mulder, G. J. A. Vijf en twintig jaren veenonderzoek speciaal in Nederland. Tijdschr. v. h. Kon. Ned. Aardr. Gen. Leiden, Maart 1943.
22. Polak, B. De botanische indeling der venen. H. N. en G. C., Amsterdam 1927.
23. Polak, B. Een onderzoek naar de botanische samenstelling van het Hollandse veen. Proefschrift, 1929.
24. Oostreich, K. De Graubundener passen. Tijdschr. v. h. Kon. Ned. Aardr. Gen. Leiden. 1935, tevens voordracht, 24 Maart 1933, Amsterdam voor het K.N.A.G.
25. Osvald, H. Die Hochmoortypen Europas. Festschrift Carl Schröter, Veröffl. d. geobotanisch. Inst. Rübel, 3 H., Zürich, 1925.
26. Post, L. von. Einige Südschwedische Quellmoore, Uppsala, 1916.
27. Post, L. von. Einige Aufgaben der regionalen Moor forschung. Sveriges Geologiska Undersökning Årsbok. 1925.
28. Schreiber, H. Moorkunde nach dem gegenwärtigen Stande des Wissens auf Grund 30 jähriger Erfahrung. Berlin, 1927.
29. Schuiling, R. Nederland. Handboek der Aardrijkskunde. Zwolle, Dl. I, 1934.
31. Staring, W. C. H. De Bodem van Nederland. Dl. I en II, Haarlem 1857.
32. Stoller, J. Zur Frage des Grenzhorizontes. Hannover, 1923.
33. Tacke, B. u. Lehmann, B. Die Norddeutschen Moore. Bielefeld en Leipzig, 1912.
34. Tesch, P. Over de woorden laagveen en hoogveen. T.A.G., 1940.
35. Tesch, P. De vorming der Nederlandse duinkust. Bibl. der Nederl. Natuurhist. Ver., 4. 1935.
36. Veen (Het) en zijn Ontginning. Uitgave Ned. Heide Mij, 1942. Voordrachten gehouden op de 11e Wetenschappelijke bijeenkomst van de Sectie Nederland der Internationale Bodemkundige Vereniging op 24 en 25 October 1941 te Utrecht.

37. Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit. Eine Sammlung von Berichten unter Mitwirkung von Fachgenossen in verschiedenen Ländern, herausgegeben von dem Exekutiv-Komitee des II internationalen Geologenkongresses, Stockholm. 1910.
38. Vermeer-Louman, G. G. Pollenanalytisch onderzoek van de Westnederlandse bodem. Proefschr. 1934.
39. Visscher, J. Das Hochmoor von Südost-Drente, geomorfologisch betrachtet. Proefschrift, Utrecht, 1931.
40. Visscher, J. Emmen en Zuidoost Drente. Een geografische monografie. Utrecht, 1940.
41. Visscher, J. Veenonderzoek en postglaciale klimaatveranderingen. T.A.G., 1941.
42. Waksman, S. Humus. 1939.
43. Weber. C. A., Über die Vegetation und Entstehung des Hochmoores von Augstumal, im Memeldelta, mit vergleichenden Ausblicken auf anderen Hochmooren der Erde. Berlin, 1902.