

BOSPODZOLEN EN HEIDEPDZOLEN

FOREST PODZOLS AND HEATH PODZOLS

door/by

C. H. Edelman ¹⁾

1. SAMENVATTING

De bewijsvoering van de hoge ouderdom van vele humuspodzolen berust deels op landschappelijke overwegingen, deels op de geringe diepte van de bodemvorming ter plaatse. Het valt niet te ontkennen, dat het bedoelde bewijs lang niet overal kan worden geleverd. In het reeds zo lang bevolkte West-Europa zijn slechts weinig terreinen aan de invloed van de mens ontsnapt. Het is onvermijdelijk, dat de bijzondere kennis, die op dergelijke plaatsen wordt verkregen, door middel van extrapolatie op andere plaatsen wordt toegepast.

Ten aanzien van de geringe diepte van de bodemvorming kan worden opgemerkt, dat dit argument nog zo recent is, dat vermoedelijk alleen de meest evidente gevallen zijn herkend. Dat zijn de gevallen, waarin een duidelijke geologische gelaagdheid op geringe diepte nog ongestoord aanwezig is. Echter zijn niet alle zandgronden duidelijk gelaagd, zodat het criterium van de ondiepe gelaagdheid niet overal kan worden gebruikt. Strikt genomen kan van een aantal humuspodzolen nog niet worden beslist of ze jong of oud zijn. Aan deze formele onzekerheid kan een eind worden gemaakt, door het criterium van de gelaagdheid te vervangen door dat van de natuurlijke pakking van het zand. Waar wortels of dieren in de grond zijn doorgedrongen is deze natuurlijke pakking gestoord en zijn poriën ontstaan, die veel groter zijn dan in de oorspronkelijke toestand. Het poriënstelsel is dan heterogeen. In deze richting zal het onderzoek worden voortgezet.

In afwachting van de resultaten van een dergelijk onderzoek moet de conclusie luiden, dat de humuspodzolen vaak oud zijn en onder bos ontstaan. Een aantal humuspodzolen is jong en uit bruine podzolige bosgronden (thans humusijzerpodzolen genaamd) ontstaan. De heide heeft de bospodzolen een meer zwarte kleur en een hoger humusgehalte gegeven. Inzonderheid is de zwarte B_{2h}-horizont door de heidebegroeiing ontstaan.

2. INLEIDING

Blijkens de literatuur uit de meeste landen worden podzolen onder bos gevormd.

In Noord- en Oost-Europa bestaat dit bos voornamelijk uit naaldbout, maar in andere werelddelen behoeft dit niet het geval te zijn.

In West-Europa worden podzolen in hoofdzaak aangetroffen in de heidevelden. Algemeen wordt zelfs aangenomen, dat de heidebegroeiing de oorzaak is van het ontstaan van de podzolprofielen. Men spreekt dan ook van heidepodzolen. In de Franse en Duitse literatuur leest men, dat podzolen ontstaan onder naaldbout en onder heide. Van beide vegetaties wordt aangenomen, dat ze zulk een zure humus produceren, dat op arme zandgronden de podzolering onvermijdelijk is.

¹⁾ Hoogleraar in de Regionale Bodemkunde, Geologie en Mineralogie aan de Landbouwhogeschool te Wageningen.

De vraag, welke vegetatie verantwoordelijk is voor de podzolering, is niet alleen van theoretisch belang. De mening, dat in West-Europa heide en naaldhout podzolen en loofhout niet, is het voornaamste uitgangspunt voor de in de bosbouw verbrede mening, dat loofhout, in het bijzonder de eik, de bodem verbetert, terwijl omgekeerd naaldhout tot podzolering aanleiding geeft. Met de heidevelden gelden ook de heidepodzolen voor antropogeen. Anders gezegd: in West-Europa is de podzolering het gevolg van het wanbeheer, dat de mens over de natuur uitoefent. De natuur, in Nederland een eikenbos, zou geen podzolen leveren.

3. HET ONTSTAAN VAN DE HEIDEVELDEN

De mening, dat de uitgestrekte Westeuropese heidevelden antropogeen zijn, is goed gefundeerd. Het pollenanalytisch onderzoek van tal van veenprofielen heeft duidelijk aangetoond, dat de heide als stuifmeelleverancier eerst in de loop van het Subboreaal van enig belang wordt en dat de grote uitbreiding van de heidevelden eerst in de historische tijd heeft plaatsgevonden.

De ouderdom van de podzolen heeft het onderwerp uitgemaakt van veel onderzoek van de archeoloog Van Giffen en diens leerlingen. Volgens Van Giffen wordt onder grafheuvels uit de steentijd nooit een podzolprofiel aangetroffen, onder die uit de Bronstijd soms. Dit „soms” moet zo worden opgevat, dat de meeste grafheuvels op de iets betere gronden worden aangetroffen. Deze hebben nooit een podzol. Wanneer grafheuvels echter op zuivere zandgronden zijn opgeworpen, kan men een podzolprofiel aantreffen, indien de bouwswels uit de Bronstijd dateren.

In het grafheuvellichaam zelf vindt men vaak podzolprofielen, die ontstaan zijn na het opwerpen van de heuvels.

Blijkens deze waarnemingen bestonden er dus in de steentijd nog geen podzolen; nadien zijn deze echter op vele plaatsen ontstaan. De onderzoekingen van Van Giffen zijn voor het midden van Nederland in hoofdzaak bevestigd door Modderman (1954), die bij zijn onderzoek speciale aandacht aan de bodemprofielen in en onder de grafheuvels heeft besteed. Na er op te hebben gewezen, dat de vegetatieprofielen onder de grafheuvels ten nauwste verband houden met het materiaal waarin zij zijn gevormd, concludeert Modderman, dat het zg. Preglaciaal (Rijn) en de dekzanden in de Bronstijd nog geen typisch heidepodzolprofiel droegen. Wel vond Modderman onder aeneolitische grafheuvels op de Veluwe een bodemprofiel met een bijna witte A-horizont, rustend op een opvallend oranjebruin gekleurde B-horizont. Hij noemt dit een typisch aeneolitisches bodemprofiel. In morfologisch opzicht komt het overeen met de in het onderhavige geschrift als bospodzolen aangeduide profielen.

4. HUMUSPODZOLEN OP PLAATSEN, DIE NOOIT DOOR EEN HEIDEVELD WERDEN BEDEKT

Twijfel aan de algemene geldigheid van het bovenstaande bestaat reeds geruime tijd. Er worden, ook in Nederland, podzolprofielen aangetroffen op plaatsen, die redelijkerwijze niet tot een heideveld kunnen hebben behoord. Men is dan ook veiligheidshalve van de naam heidepodzol afgestapt en noemt deze gronden thans podzolen resp. humuspodzolen naar aanleiding van de samenstelling van de B-horizont van deze profielen.

a) In het Speulderbos (Gelderland) vindt men overwegend bruine diepe bosgronden, vroeger bruine podzolige gronden, thans humusijzerpodzolen genaamd, op gestuwde, preglaciale, iets lemige, afzettingen. Hoewel dit terrein ongetwijfeld één of meer malen kaal zal zijn geweest is de kwaliteit van deze gronden zodanig, dat het bos zich steeds heeft kunnen herstellen en de heidebegroeiing nooit van werkelijke betekenis is geweest. Onder de gestuwde lagen is er één bestaande uit grof zeer arm zand, dat in een smalle baan van niet meer dan enige meters breedte dagzoomt. Daar ter plaatse vindt men een podzol met eigenschappen, die enigszins afwijken van die van de vroeger als heidepodzol beschouwde gronden. De B-horizont is bruin en mist de zwarte B_{2h}, terwijl de A₂-horizont (het loodzand) een iets bruinige kleur heeft.

De strook met de bedoelde podzolen in het Speulderbos is zo smal, dat ze als het ware beschermd is geweest door de bosgronden in de omgeving.

Van een heideveld, dat een podzolering had kunnen veroorzaken kan hier geen sprake zijn. Het Speulderbos is bodemkundig gekarteerd door Schelling (1953).

b) Het schiereiland Vollenhove (prov. Overijssel) is eveneens een oud bosgebied. Het wordt in 944 als *Silva Fulnaho* vermeld. Vóór het ontstaan van de Zuiderzee moet het een keileemeiland in een uitgestrekt veengebied zijn geweest. Het was een moeilijk bereikbaar gebied en er zijn nooit sporen van oude bewoning gevonden, dit in tegenstelling tot het Speulderbos. Vollenhove is door Haans (1953) bodemkundig gekarteerd. Een groot deel van het gebied bestaat uit mooie lemige gronden op keileem, maar waar de keileem door dekzand is bedekt treft men diep ontwikkelde humuspodzolen aan, die gedeeltelijk een mestdek dragen. De kleur van de A₂ en de afwezigheid van een B_{2h} veroorzaken een overeenstemming met het bospodzol-profiel van Speulde, met dien verstande dat de horizonten veel dikker ontwikkeld zijn. Ook voor dit gebied geldt dat het bezwaarlijk langdurig een heideveld kan zijn geweest.

Een verschil tussen de profielen Speulde en Vollenhove wordt gevormd door de diepere delen van de B-horizont. In Speulde komen die overeen met die van de diepe bruine bosgronden in de omgeving. In Vollenhove vertoont het profiel kenmerken van invloed van grondwater.

c) De Drentse dalen bestaan grotendeels uit lage zandgronden van de groep der zwarte gleygronden en uit veengronden. De zwarte gleygronden worden geacht onder moerasbos te zijn ontstaan, voornamelijk bestaande uit elzen. Temidden van deze elzenbroeken vormt het dekzand soms kleine heuveltjes. Deze dragen humuspodzolen, met vaak dik ontwikkelde horizonten, die dezelfde bruine tinten hebben als de podzolen, die onder a en b besproken zijn, maar in het bijzonder als die onder b.

De situatie is zodanig, dat het wederom vrijwel uitgesloten is, dat deze kleine verheffingen, omsloten door het moerasbos, een oude heidebegroeiing hebben gedragen. Integendeel wijst alles er op, dat ook deze podzolen onder eikenbos zijn ontstaan en dus als bospodzolen moeten worden beschouwd.

d) Een vierde voorbeeld van bospodzolen wordt veelvuldig gevonden in de bosgordels, die de Brabantse vennen omringen (Edelman, 1950). Deze profielen liggen vaak op een helling en zijn dan extra dik ontwikkeld.

De bijzondere kenmerken van deze profielen zijn wederom de bruinachtige kleur van het loodzand (A₂) en het ontbreken van een zwarte B_{2h}.

5. ONDERZOEKINGEN IN BELGIË

In 1954 beschreven Scheys, Dudal en Beyens oude bospodzolen onder stuifzand. Blijkens dit onderzoek verschillen de bospodzolen van de podzolen van de heidevelden door de zalmkleur van het loodzand en het geringe humusgehalte van de B-horizont. In de Belgische nomenclatuur zijn de bospodzolen ijzerpodzolen en de heidepodzolen humuspodzolen. De genoemde schrijvers konden ook de transformatie van de bospodzolen (ijzerpodzolen) in heidepodzolen (humuspodzolen) bestuderen.

De hier bedoelde bospodzolen (ijzerpodzolen) liggen alle hoog boven het grondwater. Dr. Scheys was zo vriendelijk de schrijver persoonlijk mede te delen, dat hij ook oude bospodzolen kent, die dicht bij het grondwater zijn gevormd en die morfologisch geheel overeenkomen met de onder bos ontstane humuspodzolen, die in dit geschrift worden besproken. Bij vergelijking van de interessante publikatie van de genoemde Belgische onderzoekers met het onderhavige geschrift is het nodig rekening te houden met het huidige gebruik van de term podzol in Nederland. Een humuspodzol is een podzol met een B-horizont, waarin disperse humus is geaccumuleerd, ongeacht een eventueel ijzergehalte van deze horizont. In België en andere landen worden de ijzerpodzolen van de humuspodzolen onderscheiden. In het onderhavige geschrift wordt niet ingegaan op het verschil tussen humuspodzolen en ijzerpodzolen.

6. HUMUSPODZOLEN ONDER VEEN

De heer Ir. A. J. Havinga te Wageningen heeft een uitgebreide studie gemaakt van de humuspodzolen, die onder veen worden aangetroffen. Zijn proefschrift over dit onderwerp is onlangs verschenen.

De uitgestrekte veengebieden, b.v. van Groningen en Drenthe, hebben eerst geleidelijk hun latere uitbreiding gekregen. In het centrum van deze gebieden rust het veen op meerafzettingen en dus niet op een terrestrisch bodemprofiel.

Langs de randen van de veenkommen echter heeft gedurende het oudste deel van het Holoceen een vegetatie gegroeid, die een bodemprofiel deed ontstaan, meestal een humuspodzol, alvorens de veengroei zich van de groeiplaats meester maakte. Havinga heeft de polleninhoud van deze humuspodzolen onderzocht, alsmede die van het bedekkende veen, zodat het tijdstip van het begin van de veenvorming bekend is. Verscheidene van de onderzochte humuspodzolen bevatten nagenoeg of in het geheel geen stuifmeel van de heide. Zij zijn ontstaan in het Boreaal, toen er van een heidevegetatie nog geen sprake was. In humuspodzolen uit het Atlanticum is overvloedig stuifmeel van de eik gevonden, met weinig heide. Weer andere profielen bevatten meer heidestufmeel dan men in het Atlanticum voor mogelijk zou houden. In het algemeen is de stuifmeelinhoud van de humuspodzolen zeer gevarieerd. De conclusie van Havinga is, dat de humuspodzolen onder veen onder allerlei vegetaties ontstaan zijn. Er zijn echter stellig een aantal podzolen onder, die bos hebben gedragen en dus als bospodzolen moeten worden beschouwd.

7. ONDIEPE BODEMVORMING EEN BELANGRIJK KENMERK VAN TALRIJKE HUMUSPODZOLEN

In de discussie over de bos- of heidepodzolen kan nog een nieuw argument

worden aangevoerd voor de betekenis van de bospodzolen. Het betreft de geringe diepte van de bodenvorming.

In Nederland en aangrenzende gebieden worden de meeste humuspodzolen aangetroffen op een ondergrond van gelaagde zanden. De diepte van de bodenvorming kan worden beoordeeld naar de diepte waarover de gelaagdheid verbroken is. De homogenisatie van het bovenste gedeelte van het profiel (Hoeksema, 1953) voltrekt zich allereerst door de werkzaamheid van bodemdieren, vooral wormen en mollen, voorts door de beworteling. Het verband tussen de dieren en de beworteling is evident. Waar de dieren de grond hebben losgemaakt kunnen de wortels gemakkelijk doordringen. Omgekeerd volgt een aantal dieren de wortels, wanneer die afsterven.

Vele gelaagde zanden hebben zulke fijne poriën, dat de meeste plantwortels er niet in doordringen, indien dieren niet zijn voorgegaan. Vandaar de grote betekenis, die thans in Wageningen aan de bodemdieren wordt toegekend.

Onder Nederlandse omstandigheden zijn er twee hoofdzaken, waarom dieren niet diep in een grond doordringen.

De voornaamste is gebrek aan lucht in de ondergrond, anders gezegd een slechte afwatering. De tweede is armoede. De mengende dieren, inzonderheid de regenwormen, moeten voedsel van geschikte kwaliteit hebben.

Terugkerend naar de humuspodzolen moet worden opgemerkt, dat in de meeste humuspodzolen op geringe diepte de oorspronkelijke gelaagdheid nog grotendeels intact is. Dit merkwaardige feit heeft tot nu toe weinig aandacht gehad. De literatuur bevat tal van profielbeschrijvingen, tekeningen en ook wel foto's van humuspodzolen, die de lezer door onduidelijkheid op dit punt in het onzekere laten. In het terrein is deze ondiepe gelaagdheid niet altijd gemakkelijk waarneembaar, vooral in met de spade schoongemaakte en afgestreken profielwanden. Beter gelukt de waarneming aan lakfilms. In de meeste lakfilms van humuspodzolen van het Laboratorium voor Regionale Bodemkunde van de Landbouwhogeschool te Wageningen bleek de oorspronkelijke gelaagdheid op 40-50 cm diepte nog aantoonbaar. Op die diepte vindt men gewoonlijk de donkerbruin gekleurde humeuze B-horizont. De humus in deze B-laag is dispers, d.w.z. uit de bovengrond in sol-vorm naar beneden gezakt. Voor deze humeuze sijpeling zijn de poriën van het gelaagde zand uiteraard ruim genoeg en zo is deze disperse humus terechtgekomen in een profielgedeelte waar wortels of bodemdieren in het algemeen niet konden binnendringen.

De ondiepte van de biologische activiteit in de meeste Nederlandse humuspodzolen kan een gevolg zijn van de armoede van het materiaal of van de natheid van het terrein of van beide oorzaken tegelijk. De armoede van de humuspodzolen is algemeen bekend. Vele heidevelden zijn ook thans nog een groot deel van het jaar zeer nat, en waren voor de tijd van de grote ontginningen nog veel natter dan nu. Indien er in bepaalde oudere perioden van het Holoceen een vochtiger klimaat is geweest dan thans, dan zijn die perioden gekenmerkt geweest door een zeer vochtige toestand van het terrein en dit betekent nog meer beperkingen voor de biologische activiteit in de grond.

De insijpeling van disperse humus en de afzetting daarvan in de B-horizont leidt tot een geringe doorlatendheid van deze horizont. Dientengevolge stagneert het water op deze ondoorlatende B-horizont. Ten gevolge van de wisselwerking van een aantal bodenvormende factoren is deze ondoor-

latende B-horizont zowel oorzaak als gevolg van deze geringe biologische activiteit van de bovengrond van de humuspodzolen. Uit een nadere beschouwing van de ondergrens van de biologische activiteit in humuspodzolprofielen blijkt hoe onregelmatig deze vaak is. In sommige profielen vindt men resten van de gelaagdheid op 25 cm diepte. Dit betekent echter niet dat er geen wortels dieper in de grond zijn doorgedrongen. Gehomogeniseerde en gelaagde delen van het profiel komen naast elkaar voor. Door opmeting zijn in een aantal voorbeelden de percentages van de gehomogeniseerde delen van het profiel op verschillende diepten bepaald. In sommige gevallen is de gelaagdheid op 45 cm nog geheel intact. In andere gevallen vindt men op 75 cm nog 5-10% homogenisatie (Fig. 1-6).

De ondiepte van de bodemvorming van de humuspodzolen is oud. Immers, indien de vegetatie in een oudere periode van het Holoceen de gelaagdheid tot een grotere diepte zou hebben verbroken, zo zou dat ook thans nog te zien zijn. De geologische gelaagdheid kan zich, na verbroken te zijn, niet meer herstellen.

Welk bodemprofiel kan door deze oude ondiep wortelende vegetaties zijn veroorzaakt? Het kan onmogelijk een bruine podzolige bosgrond zijn geweest. Deze profielen worden immers gekenmerkt door een aanzienlijke mate van biologische activiteit. Rekening houdend met de armoede van de groeiplaatsen die in verband met het hier besproken vraagstuk van belang zijn, kan een dun bodemprofiel bezwaarlijk iets anders zijn dan een humuspodzol. Dit betekent dat de hier bedoelde humuspodzolen oud zijn, veel ouder dan de heidevelden. Zij zijn dan ook reeds onder bos gevormd.

8. OUDE EN JONGE HUMUSPODZOLEN

De belangrijkste vraag, die zich thans opdringt, is of deze nieuwe zienswijze zich verdraagt met de onder 3 besproken theorie van Van Giffen. Deze vond nooit een humuspodzol (Van Giffen sprak steeds van heidepodzol) onder grafheuvels uit de Jonge Steentijd, maar soms wel onder die uit de Bronstijd. Vandaar zijn conclusie dat er in de Jonge Steentijd nog geen heidepodzolen en heidevelden bestonden.

De theorie van Van Giffen en de in het bovenstaande ontwikkelde zienswijze lijken tegenstrijdig, maar dat is slechts schijn. De bewoners uit de Jonge Steentijd waren gevestigd op de hogere plekken van het landschap. Daar ontbrak één der voorwaarden voor het ontstaan van humuspodzolen: het stagnerende water. Daar was de biologische activiteit in de grond altijd aanzienlijk geweest en daar werden de grafheuvels opgebouwd op een weinig gedifferentieerde bruine bosgrond, zoals Van Giffen zeer juist heeft waargenomen.

Een deel van deze weinig gedifferentieerde bruine bosgronden, tot voor kort bruine podzolige gronden, thans humusijzerpodzolen genoemd, is later oppervlakkig gepodzoleerd. Deze gronden vertonen bovenin de voor humuspodzolen kenmerkende opeenvolging van horizonten, maar laten onderin nog duidelijk zien, dat ze vroeger door een veel dieper gaande biologische activiteit gekenmerkt waren. Deze humuspodzolen zijn jong en als zodanig eerst na de ontbossing ontstaan. De theorie van Van Giffen geldt ten volle voor deze jonge podzolen.

Het is niet onmogelijk, dat enkele van de humuspodzolprofielen, die door Van Giffen en diens leerlingen onder grafheuvels uit de Bronstijd zijn aange-

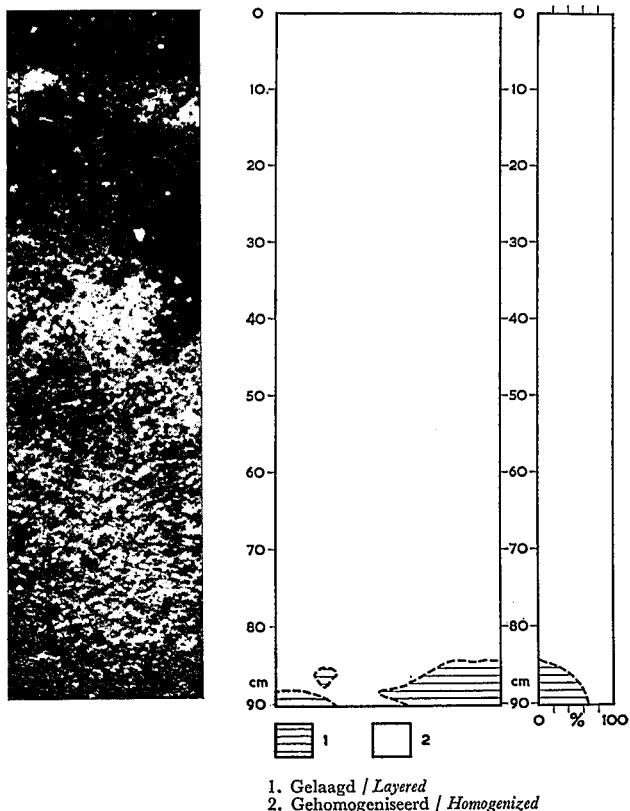


Fig. 1.

Humuspodzol (bospodzol) bij Speulde (G), 35 m⁺ NAP. Stuwmoraine. Bos. Regelmatige verdeling van het wortelstelsel tot 85 cm. Diepe homogenisatie. (Analytische gegevens uit het Archief van de Stichting voor Bodemkartering).

Humus podzol (forest podzol) near Speulde (G), 35 m⁺ Amsterdam Ordnance Datum. Pushed moraine. Forest. Regular root system down to 85 cm. Deeply homogenized. (Analytic data Netherlands Soil Survey Institute).

Hor.	Diepte Depth	Kleur (droog) Colour (dry)	granulaire samenstelling granular composition			N totaal	P ₂ O ₅ -totaal	Porositeit % Porosity %	Org. stof % Org. matter %	Fe ₂ O ₃ %	pH KCl	pH H ₂ O
			< 2	2-50	> 50							
A ₁	0-9	7,5YR3½/0	1,5	6,0	92,5	0,14	18	60,0	5,4	0,24	2,9	4,0
A ₂	9-16	10YR6½/1	2,0	5,5	92,5	0,01	5	44,0	0,4	0,14	3,6	4,5
B ₂₁	16-26	10YR4½/1	2,0	4,5	93,5	0,05	16	48,6	2,1	0,80	3,5	4,1
B ₂₂	26-38	10YR5½/3	2,5	8,5	89,0	0,04	18	51,3	1,6	0,68	4,3	4,7
BC	38-82	10YR6½/4	2,5	9,5	88,0	0,01	17	48,4	0,7	0,50	4,6	4,7
C	82	10YR7/5½	1,5	8,5	90,0	0,01	12	43,0	0,1	0,37	4,5	4,8

N.B. Enig grind op elke diepte, op 85 cm lemige laag.

Some gravel at any depth, loamy layer at 85 cm.

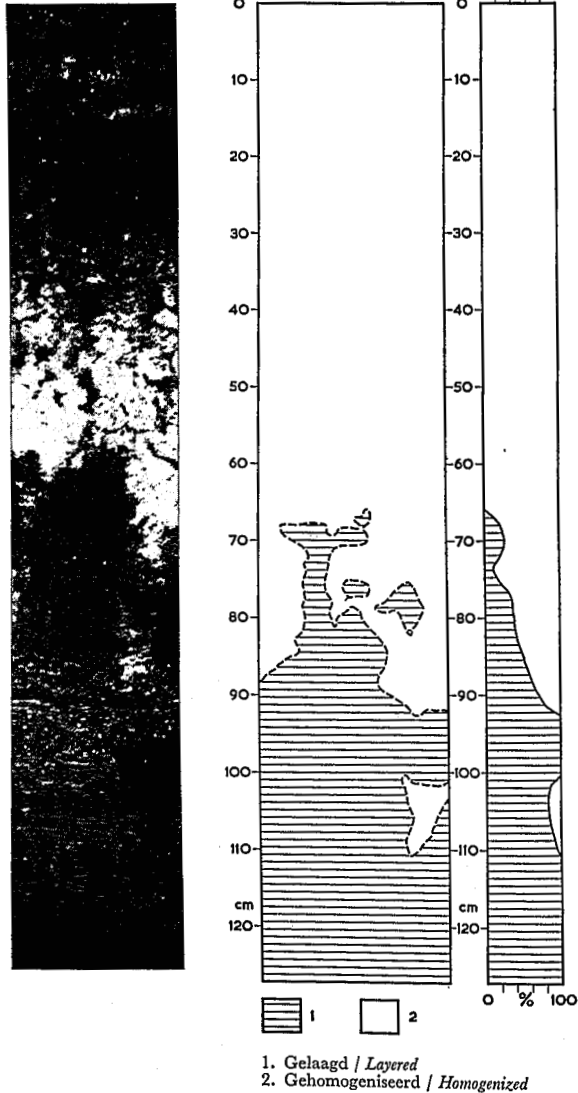


Fig. 2.

Humuspodzol (heidepodzol) bij Speulde (G). Overgang stuwmoraine-fluvioglaciaal. Vrij diepe homogenisatie.

Humus podzol (heath podzol) near Speulde. Transition pushed moraine-fluvioglacial. Fairly deep homogenization.

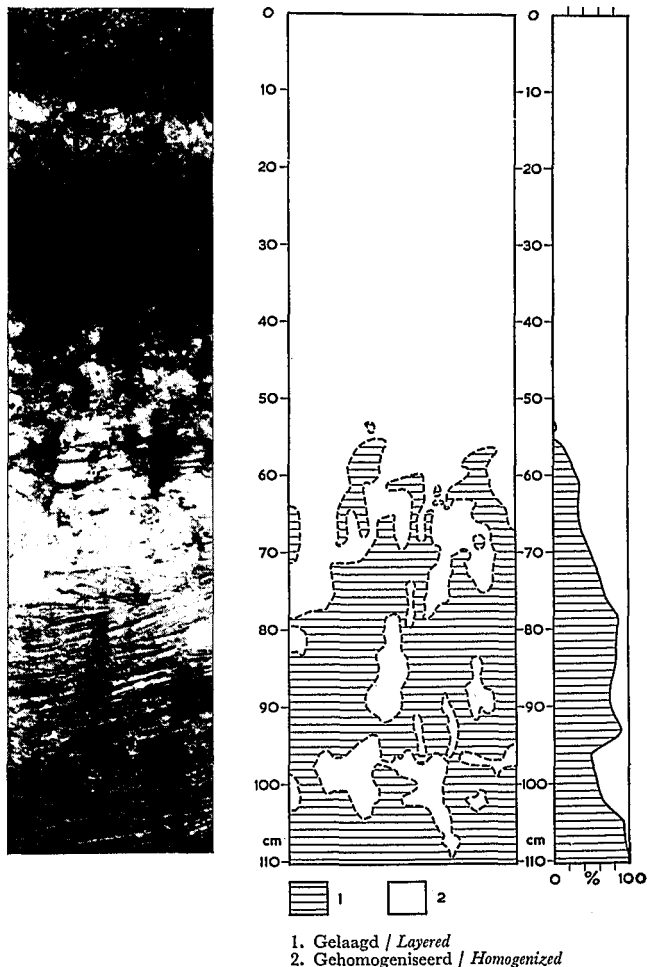


Fig. 3.

Humuspodzol (heidepodzol) bij Ballo (Dr.). Dekzand. Grens van het bouwland. Kreupelhout. Matige homogenisatie. (Analytische gegevens van Dr. J. van Schuylenborgh te Wageningen van een ander profiel uit dezelfde zandgroeve).

Humus podzol (heath podzol) near Ballo (Dr.). Cover-sand. Border of arable land. Brush-wood. Moderate homogenization. (Analytic data of another profile from the same sand pit of Dr. J. van Schuylenborgh, Wageningen).

Hor.	Diepte Depth	Kleur (droog) Colour (dry)	Granulaire samenstelling Granular composition			Org. stof Org. matter %	Fe ₂ O ₃ %	pH H ₂ O
			<2	2-50	>50			
A _{an}	0-8	10YR3 $\frac{3}{4}$ /1	bovengrond verontreinigd / topsoil contaminated					
A ₁	8-11	10YR2/1	0,9	6,2	92,9	5,5	0,23	4,4
A ₂	11-23	10YR5 $\frac{3}{4}$ /1	1,0	4,6	94,4	1,0	0,34	4,9
B _{2h}	23-29	5YR2/1	1,5	4,9	93,6	3,0	0,84	4,7
B ₂	29-39	5YR3/2	1,3	4,8	93,1	1,6	0,89	4,4
BC	39-68	10YR5 $\frac{3}{4}$ /3	1,3	5,8	92,9	0,6	0,58	5,2
C	68-	10YR6 $\frac{3}{4}$ /4	1,5	10,0	88,5	0,3	0,83	5,0

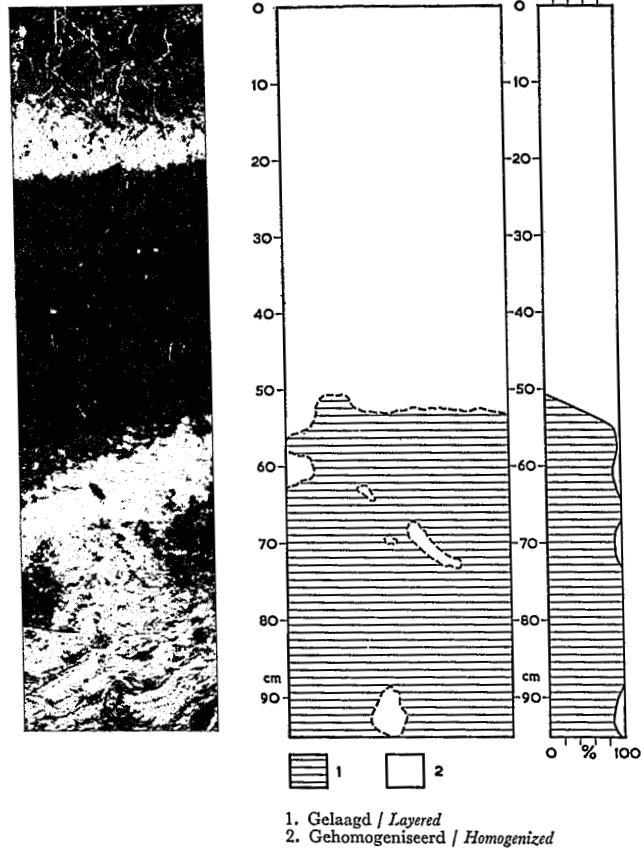


Fig. 4.

Humuspodzol (heidepodzol) bij Grollo (Dr.). Dekzand op grondmoraine. Heide (*Calluna* en een weinig *Erica*) met enkele verspreide berken. Matige homogenisatie. (Analytische gegevens van Dr. J. v. Schuylenborgh, Wageningen).

Humus podzol (heath podzol) near Grollo (Dr.). Cover-sand on ground moraine. Heath (Calluna and some Erica) with some scattered birches. Moderate homogenization. (Analytic data of Dr. J. van Schuylenborgh, Wageningen).

Hor.	Diepte Depth	Kleur (droog) Colour (dry)	Granulaire samenstelling Granular composition			Org. stof Org. matter %	Fe ₂ O ₃ %	pH H ₂ O
			<2	2-50	>50			
A ₁	0-14	10YR2/2-3/3	-	-	-	43	0,16	3,60
A ₂	14-29	10YR6/2-2,5Y6½/0	0,8	2,8	96,4	2,5	0,08	4,18
B _{2h}	29-48	5YR2/2-7, 5YR3/2	1,3	1,7	97,0	8	0,21	4,25
B ₂	48-64	5YR3/4-7, 5YR4/4	1,0	2,3	96,7	2,5	0,29	4,64
D	64-	7, 5YR6/6-10YR7½/6	1,9	1,5	96,6	0,8	0,36	5,02

Bovengrond verontreinigd / Topsoil contaminated

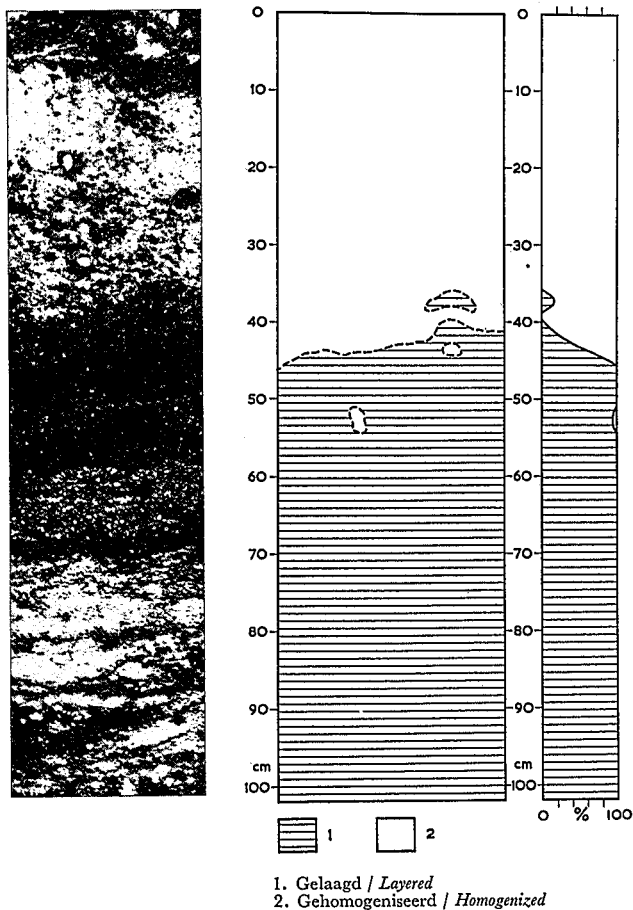


Fig. 5.
Humuspodzol (heidepodzol). Philipsberg bij Heerde (G.). Stuwmoraine. Dennenbos met heide als ondergroei. Ondiepe homogenisatie. (Analytische gegevens van Dr. J. Ch. L. Favejee, Wageningen).

Humus podzol (heath podzol). Philipsberg near Heerde (G.). Pushed moraine. Fir-wood with heath. Shallowly homogenized. (Analytic data of Dr. J. Ch. L. Favejee, Wageningen).

Hor.	Diepte Depth	Kleur (nat) Colour (wet)	Granulaire samenstelling Granular composition			Org. stof Org. matter %
			<2	2-50	>50	
A ₁	0-9	7,5YR3 $\frac{1}{2}$ /0	-	-	-	-
A ₂	9-43	7,5YR5/0	0,5	2,9	96,6	0,8
B _{2h}	43-52	7,5YR2 $\frac{1}{2}$ /0	1,1	2,0	96,9	4,2
B ₂	52-72	10YR3 $\frac{1}{2}$ /2	0,5	2,2	97,3	0,7
BC	72-	10YR6/2	0,3	1,5	98,2	0,02

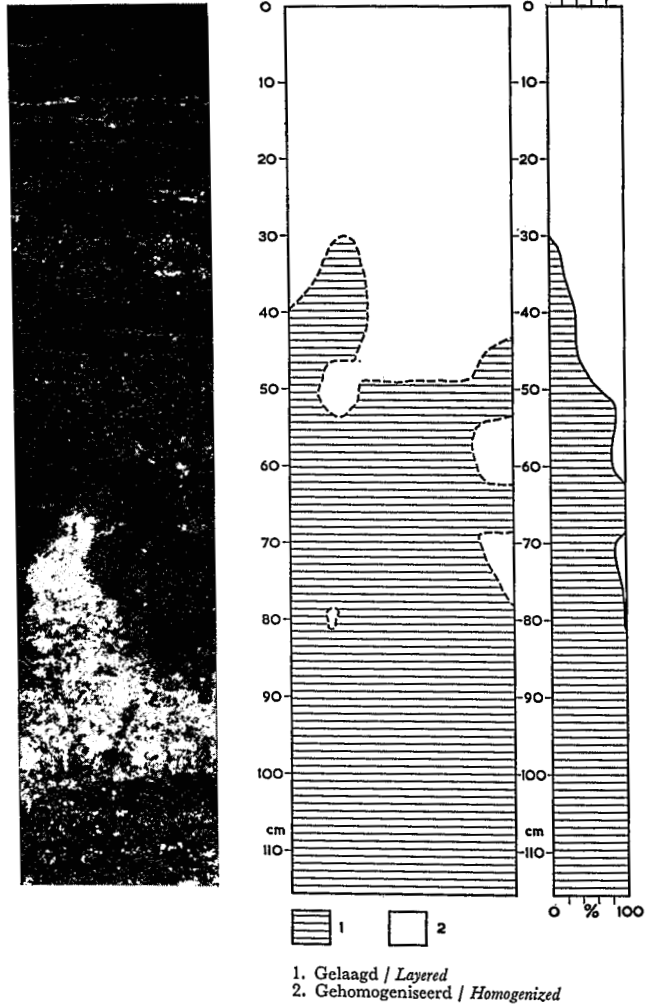


Fig. 6a.

Humuspodzol (heidepodzol). Schaarsbergen. Grof fluvioglaciaal zand. Heide. Ondiepe homogenisatie. (Analytische gegevens van Dr. J. Ch. L. Favejee, Wageningen).

Humus podzol (heath podzol). Schaarsbergen. Coarse fluvioglacial sand, Heath. Shallowly homogenized (Analytic data of Dr. J. Ch. L. Favejee, Wageningen).

Hor.	Diepte Depth	Kleur (nat) Colour (wet)	Granulaire samenstelling Granular composition			Org. stof Org. matter %
			<2	2-50	>50	
A ₀	0-7	10YR3/1½	-	-	-	-
A ₁	7-16	7,5YR3½/0	0,7	2,0	97,3	4,3
A ₂	16-35	7,5YR5/0	0,8	2,3	96,9	0,7
B _{2h}	35-40	7,5YR2/0	0,8	1,9	97,3	1,2
B ₂	40-	10YR2/1½-3/2	0,7	1,6	97,7	1,4

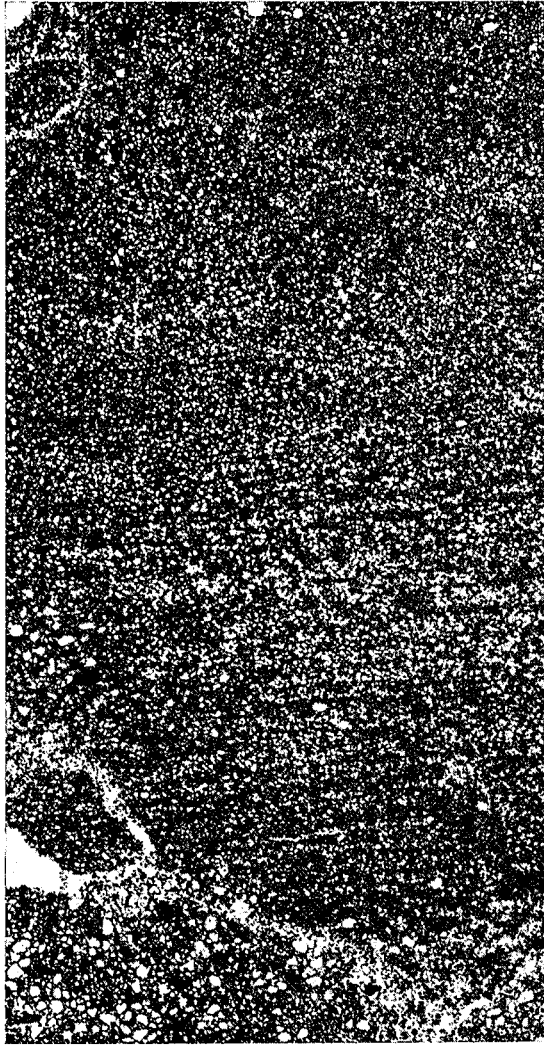


Fig. 6b.

Dunne doorsnede van de B-horizont van een humuspodzol (Schaarsbergen). Diepte 30-45 cm. Ware grootte. Gelaagdheid intact. (Slijpplaat en foto van Dr. A. Jongerius, Stichting voor Bodemkartering).

Thin section of the B horizon of a humus podzol (Schaarsbergen). Depth 30-45 cm. Layered. Full size. (Thin section and photo of Dr. A. Jongerius, Netherlands Soil Survey Institute).

troffen, tot de groep der oude podzolen behoren. De bewoning van de Bronstijd wordt niet meer uitsluitend op de hoogste terreinen aangetroffen, zoals in de Jonge Steentijd het geval was, maar ook op lagere terreinen. Dit kan wijzen op een uitdroging van het landschap gedurende het betreffende deel van het Subboreaal, hetgeen zou betekenen, dat bepaalde terreinen, die tevoren zo nat waren, dat humuspodzolen konden ontstaan, later voor menselijke vestiging in aanmerking kwamen.

De hier beschreven tegenstelling tussen oude en jonge humuspodzolen leidt tot tal van nog onbeantwoorde vragen en zal dan ook aanleiding geven tot allerlei nieuw onderzoek.

9. DE OORSPRONG VAN DE HEIDEVELDEN EN DE INVLOED VAN DE HEIDEVEGETATIE OP DE HUMUSPODZOLEN

Nu gebleken is, dat tal van humuspodzolen veel ouder zijn dan de heidevelden waarvoor zij karakteristiek zijn, is een herziening van de opvattingen over het ontstaan van de heidevelden onvermijdelijk.

De vegetatiegeschiedenis van het Holoceen berust allereerst op de palynologie. Deze heeft duidelijk aangetoond, dat de voornaamste bomen uit het Boreaal waren de berk en de den en in het Atlanticum de eik en de berk.

De latere heidevelden zijn met de genoemde boomsoorten begroeid geweest, in overeenstemming met de algemeen geldende opvattingen. Alleen zullen enkelen moeten wennen aan het feit, dat deze bomen, inzonderheid de eik, op humuspodzolen hebben gegroeid, ja, deze hebben doen ontstaan. Gezien de ongelukkige bodemgesteldheid kan het bos op deze humuspodzolen niet zwaar zijn geweest. Toen het door menselijke activiteit in de Bronstijd te gronde ging, kon het zich dan ook niet meer goed herstellen, ondanks de nog maar geringe druk, die de weinig talrijke bevolking destijds op het bos uitoefende. Zo kon de heide zich op deze terreinen uitbreiden. Aanvankelijk was het heideveld nog lang niet kaal, maar ook in de volksverhuizingstijd heeft het bos zich niet op de humuspodzolen kunnen herstellen. De kolonisten uit deze tijd hebben de bossen op de goede gronden gerooid en lieten het armelijke heideveld aan hun vee over. Later is de veebezetting nog toegenomen en is het heideveld steeds kaler geworden. Dit was de toestand aan het eind van de 18e eeuw, toen de herbebossing met naaldhout begon. Eerst in de 20ste eeuw is dank zij de kunstmest en de ontwatering de ontginning van de humuspodzolen voor landbouwdoeleinden mogelijk geworden.

Is blijkens het bovenstaande de betekenis van de heide voor het ontstaan van de humuspodzolen beperkt tot de jonge humuspodzolen, de invloed van de heide op de morfologie van de oude humuspodzolen is aanzienlijk geweest. In het algemeen is de kleur van de heidehumus zwart. Dientengevolge zijn de A_1 - en A_2 -horizonten van de humuspodzol onder invloed van de heidebegroeiing grijs gekleurd, tegen een meer bruine tint van de A-horizonten van de bospodzol. De gedispergeerde zwarte heidehumus is ook omhooggezakt en heeft zodoende de belangrijke zwarte tot donkerbruine B_{2h}-horizont gevormd, die het voornaamste kenmerk van de onder heide-invloed ontstane humuspodzolen vormt. Deze B_{2h}-horizont ontbreekt bij de tot nu toe herkende bospodzolen.

Cnossen en Heijink (1958) vermelden nog enkele kenmerkende verschil-

len tussen onder bos en onder heide ontstane humuspodzolen. Zo zijn de humusgehalten van de bospodzolen lager dan die van de heidepodzolen. Vaak zijn de humuspodzolen, die onder bos ontstaan zijn, lossers dan die welke een sterke heide-invloed hebben ondergaan. Dit is echter een verband, waarbij men oorzaak en gevolg mag verwisselen: de sterk verdichte humuspodzolen zijn blijkens het bovenstaande het sterkst onder invloed van de heide gekomen.

10. DE NATUURLIJKE VEGETATIE VAN DE HUMUSPODZOLEN EN DE CONSEQUENTIES DAARVAN VOOR DE PLANTENSOCIOLOGIE EN DE BOSBOUW

Gelijk in het voorafgaande is aangetoond, hebben de oude humuspodzolen in de loop der tijden verschillende vegetaties gedragen. In het Boreaal waren berk en den de voornaamste bomen, in het Atlanticum eik en berk. In het Subboreaal is deze laatste vegetatie reeds op vele plaatsen door heide vervangen, maar eik en berk bleven de natuurlijke vegetatie bepalen.

Volgens vriendelijke inlichtingen van de heer Ir. H. Doing Kraft te Wageningen, die ik hartelijk voor zijn hulp dankzeg, zou deze natuurlijke vegetatie op de vochtige humuspodzolen bestaan uit een *Querceto roboris-Betuletum molinietosum*. Op de hoge droge, uiterst arme humuspodzolen van de Veluwe moet het bos een *Querceto Betuletum typicum* zijn geweest. Het is echter wel nodig op te merken, dat dit bos weinig florissant was en op vele plaatsen reeds heide in de ondergroei had en onder invloed van de menselijke samenleving gemakkelijk tot heide verviel.

Het is mogelijk en in een aantal gevallen waarschijnlijk, dat het humuspodzolprofiel reeds gedurende het Boreaal onder een vegetatie van berk en den is ontstaan. In dat geval heeft de loofhoutvegetatie uit het Atlanticum het humuspodzolprofiel niet meer veranderd tot een meer homogeen bodemprofiel, in tegenstelling tot wat men algemeen van een loofhoutvegetatie heeft verwacht.

Hiermede is het punt bereikt, waar de consequenties van het gevondene voor de plantensociologie en de bosbouw het grootst zijn. Dat een natuurlijk loofhoutbos in het gematigde klimaat van West-Europa zelfs op arme gronden tot de vorming van humuspodzolen zou leiden is als uitgesloten beschouwd. In het bijzonder geldt de eik voor een bodemverbeteraar. Thans is duidelijk, dat ook een natuurlijke eikenvegetatie een humuspodzol kan vormen, indien de groeiplaats voldoet aan de dubbele voorwaarde van armoede en geringe diepte van de doorwortelbare horizont.

SUMMARY

It is generally assumed, that podzols are formed under forest, both coniferous and deciduous. In Western Europe the opinion is, that deciduous forest does not podzolize the soils, and the heather resp. coniferous forest are made responsible for the formation of podzols. Since both vegetations are anthropogeneous, the whole process of podzolization is said to be due to man. The heath fields and their podzols are formed since the Bronze Age. This is said to be proven by comparing tumuli from the Stone Age and the Bronze Age.

It has been explained that humus podzols have been found on places

which never have belonged to a heath. Belgian scientists have already described iron podzols formed under forest.

Havinga studied humus podzols occurring below a peat layer. These humus podzols were formed during the Boreal and Atlantic periods, long before the heather became important. They contain large quantities of pollen from deciduous trees, including oak. Havinga concluded, that humus podzols can form under very different vegetations.

The generally accepted opinion is, that humus podzols are formed out of an acid brown forest soil profile. This is not in agreement with the very shallow occurrence of the original stratification of the sand, in which the podzols are formed. This shallow soil formation indicates a much restricted biological activity because of extreme poverty or wetness of the spot or of both causes together. According to the depth of biological activity old and recent podzols can be differentiated. Old podzols have stratified B-horizons and are formed under forest during the Boreal and Atlantic periods. Recent podzols have homogenized B horizons and are formed recently out of a deep brown forest soil.

The heath vegetation has changed the properties of the forest podzols. The A horizon has become more greyish instead of brownish. Also the black B_{2h} is due to the heath vegetation. The humus content of the B horizon increased considerably because of the heath.

The natural vegetation of the forest podzols on moist spots is the *Querceto roboris-Betuletum molinietosum*. On the dry podzols of the Veluwe (Geld.) the *Querceto-Betuletum typicum* is the natural vegetation. The latter vegetation was rather poor and this forest could easily develop into a heath.

The conclusion is that humus podzols often are old and formed under forest. Other podzols are young. In other cases future research will have to decide when the podzols were formed.

LITERATUUR

Besprekingen over het heidepodzolprofiel; gehouden op de bijeenkomst der Sectie Nederland van de Intern. Bodemkundige Vereeniging op 18 en 19 april 1941. Groningen.

Braun Blanquet, J., 1951: Pflanzensozologie. 2. Aufl. Wien.

Brouwer, A., 1947: Pollenanalytisch onderzoek van overstoven Drentse veentjes. Tijdschr. Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. 64, 1-12.

Cnossen, J. en W. Heijink, 1958: Enkele opmerkingen omtrent de bodemgesteldheid van de zandgronden in een deel van Noordoost-Friesland. Boor en Spade IX, 156-172.

Demolon A., 1949: La génétique des sols. Paris.

Duchaufour, P., 1956: Pédologie; applications forestières et agricoles. Nancy.

Edelman, C. H., 1950: Soils of the Netherlands. Amsterdam.

Edelman, C. H., 1954: Over plaatsnamen met het bestanddeel woud en hun betrekking tot de bodemgesteldheid. Boor en Spade VII, 197-216.

Galoux, A., 1953: La chénaie sessiliflore de Haute Campine. Station de Recherches de Groenendaal. Travaux - Série A, no. 8.

Giffen, A. E. van, 1941: De tijd van vorming van heidepodzolprofielen aan de hand van archaeologische waarnemingen. In: Besprekingen over het heidepodzolprofiel, 12-28. Groningen.

Haans, J. C. F. M. en C. Hamming, 1954: De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Vollenhove. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering. Rapport no. 392.

Havinga, A. J., 1962: Een palynologisch onderzoek van in dekzand ontwikkelde bodemprofielen. Wageningen. Diss. Wageningen.

Hoeksema, K. J., 1953: De natuurlijke homogenisatie van het bodemprofiel in Nederland. Boor en Spade VI, 24-30.

- Jong, B. de*, 1959: Een vegetatiekaart van de bossen van het landgoed „Egheria” met toelichting. Wageningen.
- Lemée, G.*, 1937: Recherches écologiques sur la végétation du Perche. Paris.
- Meyer Drees, E.*, 1936: De bosvegetatie van de Achterhoek en enkele aangrenzende gebieden. Wageningen. Diss. Wageningen.
- Modderman, P. J. R.*, 1954: Grafheuvelonderzoek in Midden-Nederland. Ber. Rijksd. Oudheidk. Bodemonderzoek 5, 7-44.
- Schelling, J.*, 1953: Twee studiekarteringen op de stuwwallen van de Veluwe. Boor en Spade VI, 113-125.
- Scheys, G., R. Dudal et L. Baeyens*, 1954: Une interprétation de la morphologie de podzols humo-ferriques. Actes et C.R. 5e Congr. Intern. de la Sci. du Sol, Leopoldville. Vol. IV, 274-281.
- Stoutjesdijk, P.*, 1959: Heaths and inland dunes of the Veluwe. Wentia, 2. Diss. Utrecht.
- Tüxen, R.*, 1957: Die Schrift des Bodens; kurzer Führer durch die Sammlung von Bodenprofilen nordwestdeutscher Wald- und Heidegesellschaften aus der Bundesanstalt für Vegetationskartierung. Angew. Pflanzensoziologie 14. Stolzenau/Weser.
- Vlieger, J.*, 1941: Oecologische voorwaarden der podsolvorming. In: Besprekingen over het heidepodsolprofiel, 109-117. Groningen.
- Waterbolk, H. T.*, 1947: De oudheidkundige verschijnselen in verband met de ontwikkeling van plantengroei en klimaat. In: Een kwart eeuw oudheidkundig bodemonderzoek in Nederland, 57-97. Meppel.
- Waterbolk, H. T.*, 1954: De praehistorische mens en zijn milieu; een palynologisch onderzoek naar de menselijke invloed op de plantengroei van de diluviale gronden in Nederland. Assen. Diss. Groningen.
- Westhoff, V., J. W. Dijk, H. Passchier, e.a.*, 1946: Overzicht der plantengemeenschappen in Nederland. Amsterdam.
- Wieringa, J.*, 1954: Enige aantekeningen over de bodemgesteldheid van praehistorische landbouwgronden in Drente. Boor en Spade VII, 217-223.
- Wieringa, J.*, 1958: Opmerkingen over het verband tussen de bodemgesteldheid en oudheidkundige verschijnselen naar aanleiding van de Nebokartering in Drente. Boor en Spade IX, 97-114.
- Zeist, W. van*, 1955: Pollenanalytical investigations in the Northern Netherlands. Acta Botanica Neerlandica 4, 1.