

ENIGE GEGEVENS OVER HUMUSPODZOLEN EN MODERPODZOLEN

Some data on humus podzols and moder podzols

door/by

J. C. Pape¹⁾

INLEIDING

Als gevolg van de werking van de bodemvormende factoren, ontstaan in de grond bepaalde bodemhorizonten met bepaalde eigenschappen en met een bepaalde rangschikking.

De aard van deze bodemvorming speelt een belangrijke rol bij de indeling van de Nederlandse gronden.

De verschillende bodems worden in het veld van elkaar gescheiden op grond van macromorfologische kenmerken. Het is te verwachten, dat hiermede verschillen in micromorfologische, fysische en chemische eigenschappen en kenmerken samengaan (Pijls, 1959). Soms is van deze verbanden iets bekend en wordt ervan gebruik gemaakt bij de definiëring van verschillende bodems. Het is van belang, bekende en vermoede relaties geregeld te toetsen en eventueel nieuwe verbanden op te sporen. Wij zullen daarom een aantal laboratoriumgegevens betreffende de granulaire samenstelling en enige chemische grootheden van de horizonten van verschillende podzolprofielen vergelijken met waarnemingen in het veld.

PODZOLEN

De naam podzol wordt door verschillende bodemkundigen gegeven aan zeer uiteenlopende gronden. In Nederland geeft men in het algemeen deze naam aan bodems met een ABC-profiel, mits de B-horizont is ontstaan door inspoeling van organische stof met sesquioxyden of door inspoeling van vrijwel uitsluitend organische stof. Van de podzolen worden dus uitgesloten de gronden met een B-horizont, die is ontstaan door inspoeling van voornamelijk klei, eventueel samen met sesquioxyden.

In de podzolen worden onderscheiden:

- a. moderpodzolen²⁾, als de organische stof in de B-horizont voornamelijk bestaat uit niet amorfe humus, gewoonlijk moderhumus (Jongerijs, 1957). Zij bezitten geen B2h-horizont.
- b. humuspodzolen, als de organische stof in de B-horizont voornamelijk bestaat uit amorfe humus. Zij kunnen een B2h-horizont hebben.

Door medewerkers van de Stichting voor Bodemkartering wordt de naam *podzolgrond* beperkt tot podzolen, waarvan de podzol-B aan bepaalde eisen voldoet betreffende dikte, kleur en kleurcontrast; dit in verband met de morfometrische grondslagen van het systeem voor de bodemclassificatie (De Bakker en Schelling, i.v.).

¹⁾ Afd. Gelderland en Utrecht, Stichting voor Bodemkartering.

²⁾ In vroegere publikaties van medewerkers van de Stichting voor Bodemkartering zijn de moderpodzolen vaak humusijzerpodzolen genoemd.

PODZOLERING

De werking van de bodemvormende processen, waardoor een podzol ontstaat, noemt men podzolering.

Men moet zich voorstellen dat in principe alle bodemvormende processen zich overal afspelen, maar met verschillende intensiteit en in verschillende intensiteitscombinaties (Simonson, 1959). Het voorkomen van podzolen over grote delen van de aarde kan de indruk wekken, dat aan de podzolering een combinatie van processen ten grondslag ligt die onder zeer verschillende omstandigheden tot een ongeveer eender resultaat voert. De afwisseling van podzolen met andere bodems op korte afstand, bij betrekkelijk geringe verandering van de bodemvormende factoren, wijst erop, dat vermoedelijk verschillende combinaties tot een ongeveer gelijk resultaat kunnen voeren.

Verscheidene onderzoekers hebben zich met het ontstaan van podzolen beziggehouden, waarbij vooral de aard en de beweging van de organische stof en de sesquioxyden zijn onderzocht.

Stobbe en Wright, 1959, geven een goed overzicht van de verschillende inzichten op dit gebied, waaraan we gedeeltelijk het volgende ontleenen.

1. De sesquioxyden bewegen als anorganisch kation. Bij deze veronderstelling wordt aangenomen, dat organische zuren de sesquioxyden oplossen. Boven pH 3,5 is de oplosbaarheid van ferroverbindingen echter zeer gering, terwijl toch in goed doorluchte gronden met hogere pH veel podzolen voorkomen.

Onder reducerende omstandigheden gaan ferroverbindingen gemakkelijk in oplossing bij pH's die normaal in de grond voorkomen. Het afnemende Fe-gehalte in de podzolen naarmate deze natter liggen, hangt hier vermoedelijk mee samen.

2. Beweging als sesquioxyde-humus sol. Sesquioxyden kunnen omhuld worden door organische stof met tegengestelde lading en kunnen dan samen bewegen. In de B-horizont zouden zij door tweewaardige kationen worden neergeslagen. In veel podzolen zijn deze tweewaardige kationen echter niet of nauwelijks aanwezig.

Mattson verklaart het bewegen en neerslaan van de sesquioxyden met behulp van de iso-elektrische theorie, waarvoor hij echter een aanzienlijk pH-verval in verticale richting nodig heeft, hetgeen erg weinig voorkomt.

3. Beweging als oplosbaar metaal-organisch complex. Organische zuren kunnen sesquioxyden oplossen onder vorming van complexe chelateverbindingen. Er ontstaan stabiele organische complexen, zelfs onder aërobe omstandigheden. Hoe de complexen in de podzol-B worden neergeslagen is niet duidelijk. Er zijn aanwijzingen dat dit kan samenhangen met de pH, de concentratie van de humeuze stoffen, de oxydatie-reductieomstandigheden, de activiteit van microben, irreversibele uitdroging en adsorptie van de organische complexen aan gronddeeltjes.

Men dient hierbij te bedenken, dat de organische stof in verscheidene vormen in de grond kan voorkomen. In humuspodzolen kan men op het oog reeds een aantal verschillen zien.

De organische stof in de A1-, de B2h- en de bruine B2-horizont verschilt onderling duidelijk in kleur en consistentie. Bovendien bestaat de indruk dat binnen deze horizonten nog grote verschillen kunnen voorkomen. Bruine B2-horizonten kunnen in hun uiterlijk sterk van elkaar verschillen, evenals dat het geval is met B2h- en A1-horizonten.

Hoewel de organische stof in podzolen vrij uitvoerig door verscheidene

onderzoekers is bestudeerd, is de kennis ervan toch nog gering. Verdere studie hiervan is geboden, gezien de belangrijke rol die de humeuze stoffen in de podzolen spelen. Verdieping van de veldkennis, toepassing van micro-pedologisch onderzoek en spectraal-analyse kunnen hieraan waarschijnlijk een grote bijdrage leveren.

BESCHRIJVING VAN DE ONDERZOCHE BODEMPROFIELEN EN HUN BEOORDELING IN HET VELD

De reeks onderzochte profielen is gedeeltelijk bij toeval, gedeeltelijk doelbewust ontstaan. Verschillende profielen zijn reeds voor andere doeleinden onderzocht. Toen bleek dat de analyseresultaten op verscheidene punten goed overeenstemden met de veldwaarnemingen, is getracht door aanvullende bemonstering tot een min of meer samenhangende reeks te komen. De ligging van de profielen is aangegeven in figuur 1.

De reeks is als volgt opgebouwd:

- Zeer zwak ontwikkelde humuspodzol profiel 1
- Goed ontwikkelde humuspodzolen met ijzerhuidjes om de zandkorrels, direct onder de B2-horizont profiel 2 en 3
- Goed ontwikkelde humuspodzolen, zonder ijzerhuidjes om de zandkorrels direct onder de B2-horizont, maar met diepe grondwaterstand profiel 4 en 5
- Goed ontwikkelde humuspodzolen zonder ijzerhuidjes om de zandkorrels, direct onder de B2-horizont en met ondiepe grondwaterstand profiel 6, 7, 8, 9 en 10
- Goed ontwikkelde moderpodzolen profiel 11, 12, 13, 14 en 15.

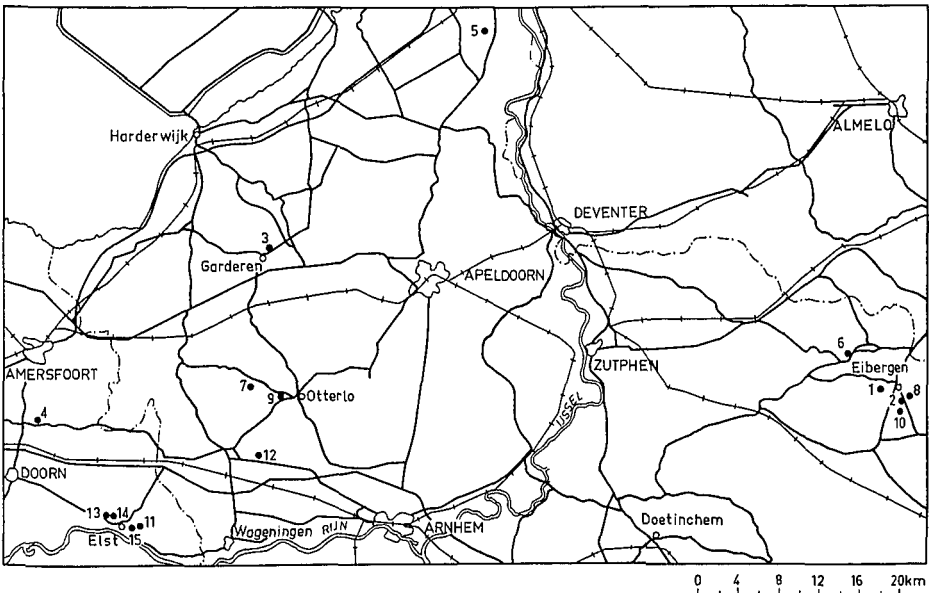


Fig. 1. Ligging van de monsterplaatsen / Location of the sampled profiles

Profiel nr. 1. *Een zeer zwak ontwikkelde humuspodzol in niet lemig, matig fijn zand.* Archief nr. 34 D-20

In een groeve bij Eibergen is onder een pakket Jonger dekzand II (Maarleveld en Van der Schans, 1961) een Laag van Usselo zichtbaar. De laag is sterk gebleekt en bevat veel houtskool, die omstreeks het begin van de Jonge Dryastijd is ontstaan. De bovenzijde van de gebleekte zone is donkerder dan de gebleekte band zelf. Eronder is een uiterst zwakke kleuring door bruine humeuze stoffen zichtbaar, met daaronder een zone met zwakke roestvlekken. Het geheel werd gezien als een zeer zwak ontwikkelde humuspodzol uit de Allerød tijd, waarvan alleen de A2-horizont duidelijk is ontwikkeld.

De vraag deed zich voor, of de resultaten van laboratoriumonderzoek steun zouden geven aan de veronderstelling dat het profiel als humuspodzol is ontwikkeld. In het classificatieschema wordt de grond geplaatst in orde 5 in de *Duinvaaggronden* (De Bakker en Schelling, i.v.).

Profielbeschrijving

- | | |
|-----------------|--|
| A1 100–108 cm | Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand met houtskool, kleur zeer donker grijsbruin, 10YR3/2 |
| A2 108–116 cm | Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand, met veel houtskool, kleur wit, 10YR8/1 |
| B2 116–129 cm | Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand, kleur lichtbruin, 10YR6/3 |
| B3 129–149 cm | Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand met veel roestvlekken, kleur licht geelbruin, 10YR6/4 |
| C 149– . . . cm | Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand, zonder roestvlekken, kleur licht grijsgeel, 10YR7/4. |

Profiel nr. 2. *Een goed ontwikkelde humuspodzol, in leemarm, fijn zand, met ijzerhuidjes om de zandkorrels, direct onder de B2-horizont.* Archief nr. 34 G-49

Het profiel ligt even ten zuiden van Eibergen, in een bosje te midden van bouw- en weiland. Het is een krachtig ontwikkelde humuspodzol, in Jonger dekzand I (Maarleveld en Van der Schans, 1961). In de omgeving komt plaatselijk de Laag van Usselo aan de oppervlakte voor. Het grondwater komt niet hoger dan ca. 1,5 m beneden het maaiveld. In verband hiermede komen om de zandkorrels direct onder de B2-horizonten, duidelijke ijzerhuidjes voor, die het materiaal een geelblond uiterlijk geven (Pape, 1961).

Het naar schatting hoge humusgehalte in de A1-horizont en het sterk smettende en vervloede karakter van de humus, wijzen op een langdurige heidebegroeiing of op een vegetatie die evenals de heide, humus van slechte kwaliteit heeft geleverd. Hiermede in overeenstemming is het voorkomen van een grauwe A2-horizont, waaronder zich een B2h-horizont bevindt; in deze laatste horizont heeft zich veel amorfe humus opgehoopt.

Tussen de B2h- en de B2-horizont is een ijzerbandje ontwikkeld, de B2ir dat niet gesloten is, maar in brokken voorkomt. De B2- en de B3-horizont gaan geleidelijk in elkaar over en vervagen in de B3C-horizont. Daaronder bevindt zich de C-laag, zonder roestvlekken.

Dit soort profielen komt in hoge heidegebieden op de dekzanden veel voor. In het verleden is het dan ook wel hoge heidehumuspodzol genoemd. In het classificatieschema wordt dit profiel ingedeeld bij de *Haarpodzolgronden*.

Profielbeschrijving

A1	0– 5 cm	Humusrijk, leemarm, fijn zand. Kleur zwart, 10YR1/1
A21	5–10 cm	Matig humusarm, fijn zand, kleur donkergrijs, 10YR4,5/1
A22	10–15 cm	Matig humusarm, leemarm, fijn zand, kleur grijs, 10YR5/1
B2h	15–20 cm	Humusrijk, leemarm, fijn zand, kleur zwart, 7,5YR2/1
B2	20–30 cm	Matig humeus, leemarm, fijn zand, met brokjes ijzer van de B2ir. Kleur donker roodbruin, 5YR2/3
B3	30–50 cm	Zeer humusarm, leemarm, fijn zand, ijzerhuidjes om de zandkorrels, kleur geel-oker, 10YR6/6
B3C	50–75 cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand, kleur geel, 10YR6,5/4,5
C	75– . . cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand, kleur licht grijs-geel, 10YR7/4.

Profiel nr. 3. *Goed ontwikkelde humuspodzol in sterk lemig grof zand, met ijzerhuidjes om de zandkorrels, direct onder de B2-horizont.* Archief nr. 32 F-N-8

Het profiel ligt op de Garderense heide en is ontwikkeld in grofzandige fluvioglaciale afzettingen. Opvallend is het hoge leemgehalte in de bovenste horizonten. Dit verschijnsel komt op de hoge zandgronden van de Veluwe veel voor. De indruk bestaat, dat vooral in de luwte van terreinverheffingen de bovengrond lemiger is dan elders. Verondersteld wordt, dat in die gevallen enige löss in de bovengrond is terechtgekomen. Vergelijking met het textuurverloop in andere gronden doet vermoeden dat ook andere processen dergelijke textuurverschillen teweeg kunnen brengen. Het met heide en vliedennen begroeide terrein is vermoedelijk lang heideveld geweest.

Hoewel het profiel duidelijke kenmerken heeft van een humuspodzol, komen er ook kenmerken in voor, die aan een moderpodzol herinneren. Zo ontbreekt een duidelijke A2-horizont en in de B2-horizont komt veel humus voor in de vorm van moder. Echter niet genoeg om van een duidelijke moderpodzol te kunnen spreken.

Het grondwater bevindt zich op verscheidene meters beneden het maai-veld. Op de zandkorrels direct onder de B2-horizont bevinden zich dan ook ijzerhuidjes, hoewel dit niet zeer duidelijk is. De grond wordt gerekend tot de *Haarpodzolgronden*.

Profielbeschrijving

A1	0–20 cm	Humusrijk, sterk lemig, grof zand. Kleur zwart, 10YR2/1. Er komen vrij veel gebleekte korrels voor. De humus vloeit sterk.
B2	20–35 cm	Zeer humeus, sterk lemig, grof zand. Kleur donkerbruin, 10YR3/3. Naast amorfe humus komt ook veel moder voor.
B3	35–80 cm	Zeer humusarm, leemarm, grof zand. Kleur donker geelbruin, 10YR4/4. Er komen enige humusfibers voor. Om de zandkorrels bevinden zich ijzerhuidjes.
B3C	80– . . cm	Uiterst humusarm, leemarm, grof zand. Kleur licht geelbruin, 10YR6/4.

Profiel nr. 4. *Goed ontwikkelde humuspodzol in leemarm, fijn zand. Direct onder de B2-horizont ontbreken ijzerhuidjes om de zandkorrels. Diepe grondwaterstand.* Archief nr. 32 D-1

Het profiel ligt ten westen van Woudenberg aan de voet van de Utrechtse

Heuvelrug. Het moedermateriaal bestaat uit Jonger dekzand II en is dus afgezet na de Allerød tijd. Het terrein is begroeid met groveden. Het grondwater bevindt zich enige meters beneden het maaiveld. Hiermede in overeenstemming is het voorkomen van een goed ontwikkelde grauwe A2-horizont, en direct onder de B2h een sterk verkit aaneengesloten ijzerbandje, de B2ir, dat de wortelontwikkeling sterk hindert. Direct onder de B2-horizont ontbreken ijzerhuidjes om de zandkorrels.

Ook ziet men een vage bruine kleur in de ondergrond, afkomstig van humeuze stoffen. De overgangen van de B2- naar de B3- en de B3C-horizont zijn abrupt, terwijl binnen de horizonten de kleur weinig verandert. Gewoonlijk verloopt onder de B2ir de kleur naar beneden geleidelijk; hier gebeurt dat echter sprongsgewijs. Het wordt daarom wel een cascadepodzol genoemd.

Zowel het ontbreken van de ijzerhuidjes als de merkwaardige sprongsgewijze verandering van de kleuren beneden de B2ir, wijzen erop, dat het profiel nat is geworden. In de natte fase zijn bruine humeuze stoffen naar beneden verplaatst, waarbij het ijzer werd meegenomen. Men treft deze gronden veel aan in gebieden die door veen bedekt zijn geweest. Volgens het schema voor de bodemclassificatie behoort het profiel tot de *Veldpodzolgronden*.

Profielbeschrijving

A1	0-10 cm	Humusrijk, zwak lemig, fijn zand. Kleur zwart, 10YR1/1
A2	10-35 cm	Matig humusarm, leemarm, fijn zand. Kleur zeer donkergrijs, 10YR3,5/1
B2h	35-40 cm	Zeer humeus, leemarm fijn, zand. Kleur zwart, 5YR2/1
B2ir	40- . . cm	Verkit ijzerbandje, oranjebruin, 5YR3/3
B2	40-60 cm	Matig humeus, leemarm, fijn zand. Kleuren donker roodbruin, 5YR2/3 en donkerbruin, 7,5YR3/4
B3	60-85 cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand. Kleur bruin, 10YR4/3. In deze horizont komen veel humusfibers voor. Om de zandkorrels ontbreken ijzerhuidjes
BC	85- . . cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand. Kleur lichtbruin, 10YR6/3

Profiel nr. 5. *Goed ontwikkelde humuspodzol in leemarm, grof zand. Direct onder de B2-horizont ontbreken ijzerhuidjes om de zandkorrels. Diepe grondwaterstand. Archief nr. 27 E-1*

Het profiel ligt in de omgeving van Wapenveld. Het is ontwikkeld in gestuwd preglaciaal van oostelijke herkomst. Deze z.g. witte zanden zijn zeer arm aan gemakkelijk verweerbare mineralen (Crommelin, 1953; Maarleveld, 1956). Met uitzondering van de A1-horizont volgen de overige bodemhorizonten de gestuwde lagen, zodat zij merkwaardig scheef verlopen. Het terrein is begroeid met heide en vliegdennen. Het profiel is een sterk ontwikkelde humuspodzol, met dunne, maar krachtig ontwikkelde B-horizonten. Het grondwater bevindt zich vele meters beneden het maaiveld. Er zijn geen aanwijzingen dat dit ooit anders is geweest. Hiermede in overeenstemming zijn de goed ontwikkelde grauwe A-horizont, de glimmend zwarte B2h-horizont en de plaatselijk aanwezige B2ir.

Dat desondanks direct onder de B2-horizont geen ijzerhuidjes om de zandkorrels voorkomen, is vermoedelijk te wijten aan de grote armoede van

het moedermateriaal. In het schema voor de bodemclassificatie wordt de grond geplaatst bij de *Veldpodzolgronden*.

Profielbeschrijving

A1	0– 10 cm	Humusrijk, leemarm, grof zand. Kleur zwart, 10YR2/1
A2	10– 50 cm	Uiterst humusarm, leemarm, grof zand. Kleur lichtgrijs, 10YR6/1
B2h	50– 55 cm	Matig humusarm, leemarm, grof zand. Kleur zwart
B2	55– 90 cm	Matig humusarm, leemarm, grof zand. Kleur donkerbruin, 10YR3/3
B3	90–120 cm	Uiterst humusarm, leemarm, grof zand. Kleur donkergeelbruin, 10YR4/4. Geen ijzerhuidjes om de zandkorrels.
C	120–... cm	Uiterst humusarm, leemarm, grof zand. Kleur wit, 10YR8/1.

Profiel nr. 6. *Goed ontwikkelde humuspodzol in zwak lemig, fijn zand. Direct onder de B2-horizont ontbreken ijzerhuidjes om de zandkorrels bij een hoge grondwaterstand.* Archief nr. 34 D-22

Het profiel ligt tussen Neede en Borculo in een dennenbosje. Het moedermateriaal bestaat uit dekzand met op geringe diepte het fluviatiele Laagterras van de Bolksbeek of de Berkel. De humuspodzol is ontstaan onder sterke invloed van water, zodat ijzerhuidjes om de zandkorrels direct onder de B2-horizont ontbreken.

Momenteel komt het grondwater periodiek tot ca. 40 cm onder het maai-veld. De A1-horizont ontbreekt. De A2-horizont is goed ontwikkeld en tamelijk dik. De B2-horizont is dun, maar krachtig ontwikkeld. Er komen brokken in voor met veel roestvlekken, naast materiaal waarin de roest ontbreekt. In de B3-horizont komen veel kleine roestvlekken voor. Plaatselijk is de B2-horizont hard. Dit doet een periodiek laterale waterbeweging vermoeden, waarmee de sterke bleking van de A2-horizont vermoedelijk samenhangt. De roestvlekken in de B2- en de B3-horizont zijn waarschijnlijk te wijten aan kwelverschijnselen. De B2h is dof-zwart. In het schema voor de bodemclassificatie heet dit profiel een *Veldpodzolgrond*.

Profielbeschrijving

A2	0–15 cm	Matig humusarm, zwak lemig, fijn zand. Kleur donker-grijs, 10YR4/1,5
B2h	15–20 cm	Zeer humeus, zwak lemig, fijn zand. Kleur zwart, 10YR2/1
B2	20–25 cm	Matig humeus, leemarm, fijn zand met ijzerbrokken en plaatselijk op andere wijze verkit. Kleur donker roodbruin, 5YR3/3
B3ir	25–50 cm	Zeer humusarm, leemarm, fijn zand met veel donkere roestvlekken. Kleur bruin-oker, 7,5YR5/8
C	80–.. cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand. Zonder roest. Kleur licht grijsgeel, 10YR7/4.

Profiel nr. 7. *Goed ontwikkelde humuspodzol in leemarm, fijn zand. Direct onder de B2-horizont ontbreken ijzerhuidjes om de zandkorrels bij een hoge grondwaterstand.* Archief nr. 32 H-NO-110

Het profiel ligt in de omgeving van Wekerom in een dekzandrug van Jonger

dekzand I. Er ligt een oud bouwlanddekje op. De rug is in gebruik als akkerland, te midden van lager gelegen graslanden. Het grondwater komt naar schatting tot aan de onderzijde van de B2-horizont. Waarschijnlijk kwam het vroeger nog hoger. Met deze hoge grondwaterstanden is het ontbreken van ijzerhuidjes om de zandkorrels direct onder de B2-horizont in overeenstemming.

De dikke sterk gebleekte A2-horizont doet een zijdelingse waterbeweging vermoeden. Hiermede in overeenstemming is het voorkomen van een zeer harde en verkitte B2-horizont. De B2h-horizont is dik en vaalzwart. In de B3-horizont komen roestvlekken voor, die moeilijk van de humuskleuren te onderscheiden zijn. In het schema voor de bodemclassificatie wordt dit profiel een *Laarpodzolgrond* genoemd.

Profielbeschrijving

Aan	0– 30 cm	Matig humeus, leemarm, fijn zand. Oud bouwlanddekje met houtskool, gebrande leem, enz. Kleur zeer donker bruin, 10YR2/2
A2	30– 60 cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand. Kleur grijs, 10YR5/1
B2h	60– 65 cm	Matig humeus, leemarm, fijn zand. Kleur zwart, 10YR2/1
B2	65– 85 cm	Matig humeus, leemarm, fijn zand. Plaatselijk zeer sterk verkit. Hier en daar enige roestvlekken. Kleur donker roodbruin 5YR3/3
B3	85–100 cm	Matig humusarm, leemarm, fijn zand. Kleur bruin-oker 7,5YR4/8
B3C	120– . . . cm	Zeer humusarm, leemarm, fijn zand. Kleur geelbruin, 10YR5/4.

Profiel nr. 8. *Goed ontwikkelde humuspodzol in leemarm, fijn zand. Direct onder de B2-horizont ontbreken ijzerhuidjes om de zandkorrels bij hoge grondwaterstanden.* Archief nr. 34 G-48

Het profiel ligt ten zuidoosten van Eibergen, in een gebied waar dekzand is afgezet op een miocene klei-ondergrond. Het terrein is bebost en ligt onder een flauwe helling. Het grondwater komt periodiek tot in het maaiveld, maar er zijn ook tijden dat het geheel is verdwenen, of door de slecht doorlatende miocene klei niet kan worden aangetoond. Met de hoge grondwaterstanden is het ontbreken van ijzerhuidjes om de zandkorrels direct onder de B2-horizont in overeenstemming. Ook de sterk gebleekte, ca. 45 cm dikke A2-horizont wijst op periodiek hoge grondwaterstanden en vermoedelijk op een vrij sterke zijdelingse waterbeweging, waarvan in dit geval de oorzaak gezocht zal moeten worden in de slecht doorlatende miocene klei-ondergrond. Deze heeft vermoedelijk ook tot gevolg gehad dat in de B3C-horizont veel roestvlekken voorkomen. Het is een veel voorkomend begeleidend verschijnsel van kleirijke lagen in de ondergrond. In het schema van de bodemclassificatie wordt dit profiel een *Veldpodzolgrond* genoemd.

Profielbeschrijving

A0	–10 – 0 cm	Strooisellaag. Kleur donkerbruin, 7,5YR2/2
A21	0 – 20 cm	Zeer humusarm, leemarm, fijn zand, Kleur grijs, 10YR5/1

A22	20– 45 cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand. Kleur lichtgrijs, 10YR7/2, sterk gevlekt
B2ir	45– 60 cm	Zeer humusarm, leemarm, fijn zand met veel roestvlekken. Kleur donkerbruin 7,5YR3/4
B2	60–100 cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand. Kleur donker geelbruin 10YR3/4
B3Cg	100–110 cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand met zeer veel roestvlekken. Kleur bruin, 10YR5/3 tot bruin-oker 7,5YR5/6
D	110– . . . cm	Uiterst humusarm, fijnzandige, lichte miocene klei met veel roest. Kleur grijs, 5Y5/1.

Profiel nr. 9. *Goed ontwikkelde humuspodzol in leemarm, fijn zand. Direct onder de B2-horizont ontbreken ijzerhuidjes om de zandkorrels bij hoge grondwaterstanden.* Archief nr. 32 N-NO-108

Het profiel ligt tussen Roekel en Otterlo in grasland dat het gehele jaar door hoge grondwaterstanden heeft, waarschijnlijk gedeeltelijk als gevolg van kwel uit de stuwwal van Oud-Reemst.

Het moedermateriaal bestaat uit Jonger dekzand II, waarin zeer geringe reliëfverschillen aanwezig zijn, zelden meer dan ca. 30 cm. Het gehele terrein ligt onder een flauwe helling.

De humuspodzolen bevinden zich vooral in de iets hogere gedeelten. Met de hoge grondwaterstanden is het ontbreken van ijzerhuidjes om de zandkorrels direct onder de B2-horizont in overeenstemming. Hiermede hangt ook samen het tot diep in de ondergrond doorlopen van de B3-horizont. Het ontbreken van zwarte humeuze stoffen in de B2-horizont doet vermoeden dat de bodem onder bos is ontstaan. De soms dikke, duidelijke, sterk gebleekte A2-horizont willen we toeschrijven aan een zijdelingse waterbeweging, die een gevolg kan zijn van de flauwe helling van het terrein en de ligging aan de voet van de stuwwal van Oud-Reemst. De ongeveer diepste grondwaterstand is af te lezen uit een geringe kleuromslag van de humeuze stoffen in de B3-horizont. Tevens wijst dit op het nagenoeg ontbreken van ijzer in het profiel. In het classificatieschema wordt het profiel een *Veldpodzolgrond* genoemd.

Profielbeschrijving

A1	0–25 cm	Leemarm, fijn zand, zeer humeus, kleur zwart, 10YR2,5/1
A2	25–30 cm	Leemarm, fijn zand, humusarm, gebleekt, kleur grijsbruin, 10YR5/2
B2	30–45 cm	Leemarm, fijn zand, humusarm, met ingespoelde organische stof. Kleur zeer donker bruin, 7,5YR2/4
B3	45– . . cm	Leemarm, fijn zand, humusarm, met ingespoelde organische stof. Kleur donkerbruin, 7,5YR3/4. Roestvlekken ontbreken in het gehele profiel.

Profiel nr. 10. *Goed ontwikkelde humuspodzol in zwak lemig, grof zand. Direct onder de B2-horizont ontbreken ijzerhuidjes om de zandkorrels bij hoge grondwaterstanden.* Archief nr. 34 G-52

Het profiel ligt ten zuiden van Eibergen in bouwland. Het moedermateriaal bestaat uit grof zand van het Hoogterras, vermoedelijk gemengd met enig glaciaal materiaal. Op ca. 110 cm diepte bevindt zich een slecht doorlatende

kleilaag. Een gedeelte van het jaar komt het grondwater tot in het maaiveld. Hiermede in overeenstemming is het ontbreken van ijzerhuidjes om de zandkorrels onder de B2-horizont. Hierbij past ook de merkwaardig fletsbruine kleur van de B3-horizont.

De sterk gebleekte A2 doet een zijdelingse waterbeweging vermoeden, waarschijnlijk een gevolg van de slecht doorlatende laag in de ondergrond. In het schema van de bodemclassificatie wordt het profiel een *Veldpodzolgrond* genoemd.

Profielbeschrijving

Ap	0– 20 cm	Matig humeus, zwak lemig, grof zand. Kleur zeer donker bruin, 10YR3/2
A2	20– 50 cm	Uiterst humusarm, zwak lemig, grof zand. Kleur lichtgrijs, 10YR7/1
B2	50– 95 cm	Matig humeus, zwak lemig, grof zand. Kleur zeer donker bruin, 10YR2/2, met veel vlekken
B3	95–110 cm	Uiterst humusarm, leemarm, grof zand. Kleur bruin, 10YR4/3
D	110–130 cm	Uiterst humusarm, grofzandige, matig lichte zavel met roestvlekken. Kleur grijs, 5GY6/1.

Profiel nr. 11. *Goed ontwikkelde moderpodzol in leemarm, grof zand.* Archief nr. L 526–530

Het profiel ligt op de Utrechtse Heuvelrug in de omgeving van Achterberg. Het terrein is bebost en vermoedelijk uit heide ontgonnen. Het moeder-materiaal bestaat uit gestuwd preglaciaal zand, waarop een solifluctielaag van ca. 80 cm aanwezig is. In de A1-horizont komen vrij veel afgeloogde zandkorrels voor, de organische stof smet vrij sterk. De overgangen tussen de verschillende bodemhorizonten zijn geleidelijk. In de bruine B2-horizont komt de organische stof voornamelijk voor in de modervorm.

In de C-horizont zijn enige fibers aanwezig van amorfe organische stof. Het profiel werd in het veld beoordeeld als een goed ontwikkelde moderpodzol, waarin enige sporen van de vorming van een humuspodzol zijn te vinden.

Diepe grondwaterstanden gaan gepaard met het voorkomen van ijzerhuidjes om de zandkorrels direct onder de B2-horizont. In het systeem voor de bodemclassificatie wordt de grond tot de *Holtpodzolgronden* gerekend.

Profielbeschrijving

A1	0–10 cm	Zeer humeus, leemarm, grof zand, met veel gebleekte zandkorrels. De organische stof vervloeit vrij sterk. Kleur zwart, 5YR2/1
B21	10–18 cm	Matig humeus, zwak lemig, grof zand, met infiltratiebandjes van amorfe humus. Kleur donker roodbruin, 5YR2/2
B22	18–30 cm	Matig humusarm, zwak lemig, grof zand. Kleur bruin, 7,5YR4/3 met lichtere vlekken
B3	30–55 cm	Uiterst humusarm, leemarm, grof zand. Kleur geelbruin, 10YR5/4
C	55–.. cm	Uiterst humusarm, leemarm, grof zand. Kleur geel, 10YR7/6.

Profiel nr. 12. *Goed ontwikkelde moderpodzol in zwak lemig, fijn zand.* Archief nr. 32 H 20-30

Het profiel ligt op een uitspringend gedeelte van de stuwwal van Ede, te midden van fluvioglaciale afzettingen. Het terrein ligt al zeer lang in heide. Het moedermateriaal is gestuwd preglaciaal. In de A1-horizont komen vrij veel gebleekte zandkorrels voor, de verborgen A2. De overgangen tussen de verschillende bodemhorizonten zijn geleidelijk. De organische stof in de B2-horizont is vrijwel uitsluitend moder, met slechts sporen van amorfe humus.

Onder de B2-horizont bevinden zich ijzerhuidjes om de zandkorrels. De grondwaterstand is dan ook zeer diep. In het bodemclassificatieschema heet deze grond een *Holtpodzolgrond*.

Profielbeschrijving

A1	0-10 cm	Humusrijk, sterk lemig, fijn zand met vrij veel gebleekte korrels. Kleur zwart, 10YR2/1,5
B2	10-35 cm	Matig humeus, zwak lemig, fijn zand met enige gebleekte zandkorrels. Kleur donker geelbruin, 10YR3/4
B3	35-60 cm	Zeer humusarm, zwak lemig, fijn zand met ijzerhuidjes. Kleur donker geelbruin 10YR4,5/4
C	60-.. cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand. Kleur licht grijsgeel. Op ca. 100 cm diepte is enige klei- en ijzerinspoeling zichtbaar als een onderbroken bandje.

Profiel nr. 13. *Goed ontwikkelde moderpodzol in zwak lemig, grof zand.* Archief nr. L 471-474

Het profiel ligt in de omgeving van Elst (U.), in bouwland dat lang als tabaksland in gebruik is geweest.

Het moedermateriaal bestaat uit fluvioglaciale zanden, die hier gewoonlijk matig grof zijn.

De A1-horizont is vermoedelijk iets opgehoogd met potstalmest. Hierop wijzen de talrijke gebleekte zandkorrels, waarvan het aantal groter is dan men zou verwachten, gezien de aard van de eronder voorkomende B2-horizont. In de B2-horizont komt de organische stof vrijwel uitsluitend als moder voor. Om de zandkorrels direct onder de B2-horizont bevinden zich ijzerhuidjes. Het grondwater bevindt zich dan ook op enige meters beneden het maaiveld. In het bodemclassificatieschema wordt deze grond gerekend tot de *Holtpodzolgronden*.

Profielbeschrijving

A1	0-25 cm	Matig humeus, zwak lemig, grof zand, grindhoudend, met vrij veel gebleekte zandkorrels. Kleur zeer donker grijs, 10YR3/1 Geleidelijke maar vlekke overgang naar:
B2	25-50 cm	Matig humusarm, zwak lemig, grindhoudend grof zand. Kleur bruin, 7,5YR5/4. Geleidelijk overgaand in:
B3	50-60 cm	Zeer humusarm, zwak lemig, grindhoudend grof zand. Kleur lichtbruin, 7,5YR6/4. Deze horizont gaat scherp over in de C-laag.
C	60-.. cm	Zeer humusarm, niet lemig, grindhoudend grof zand. Kleur licht geelbruin, 10YR6/4.

Profiel nr. 14. *Goed ontwikkelde moderpodzol in zwak lemig, grof zand.* Archief nr. L 475-478

Dit profiel ligt in dezelfde omgeving als profiel nr. 13. De opmerkingen die daarbij werden gemaakt, gelden ook hier.

De A1-horizont is 50 cm dik. Deze grotere dikte is vermoedelijk een gevolg van de ligging dichterbij het dorp, waardoor de ophoging iets sterker is geweest. In het bodemclassificatieschema wordt deze grond een *Loopodzolgrond* genoemd.

Profielbeschrijving

Aan	0- 50 cm	Matig humusarm, zwak lemig, grindhoudend grof zand. Er komen vrij veel gebleekte zandkorrels in voor. De kleur is zeer donkergrijs, 10YR3/1. De overgang naar de B2-horizont is onregelmatig vlekkelig, maar geleidelijk
B2	50- 80 cm	Zeer humusarm, zwak lemig, grindhoudend, grof zand. Kleur bruin, 7,5YR4/3, gedeeltelijk overgaand in:
B3	80-100 cm	Zeer humusarm, zwak lemig, grindhoudend grof zand. Kleur geelbruin, 7,5YR5/4, scherp overgaand in:
C	100- . . . cm	Uiterst humusarm, zwak lemig, grindhoudend grof zand. Kleur licht geelbruin, 10YR6/4.

Profiel nr. 15. *Goed ontwikkelde moderpodzol in leemarm, fijn zand.* Archief nr. L 515-517

Het profiel ligt ten westen van Rhenen in bouwland. Het moedermateriaal bestaat uit dekzand, dat in geulen in het Fluvioglaciaal voorkomt. In de A1-horizont komen weinig gebleekte zandkorrels voor. De overgangen tussen de bodemhorizonten zijn geleidelijk. De organische stof in de B2-horizont is vrijwel uitsluitend moder. Onder de B2-horizont komen ijzerhuidjes voor om de zandkorrels. Het grondwater staat dan ook verscheidene meters beneden het maaiveld. In het schema voor de bodemclassificatie heet deze grond een *Holtpodzolgrond*.

Profielbeschrijving

Ap	0-25 cm	Matig humeus, leemarm, grof zand. Kleur zeer donker grijs, 10YR3/1
B2	25-45 cm	Matig humusarm, leemarm, grof zand. Kleur bruin, 7,5YR4/4. Vermoedelijk door geringe verwerking iets gevlekt. Geleidelijk overgaand in:
BC	45-70 cm	Uiterst humusarm, leemarm, grof zand. Kleur geelbruin 10YR5/6
C	70- . . cm	Uiterst humusarm, leemarm, grof zand. Kleur geel, 10YR7/6.

DE ANALYSERESULTATEN

De grondmonsters zijn in het algemeen genomen van karakteristieke gedeelten van de desbetreffende bodemhorizonten.

De analyses zijn uitgevoerd in het Laboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek in Oosterbeek, volgens de daar in gebruik zijnde methode voor routinebepalingen.

De resultaten van de analyses zijn samengevat in tabel 1.

BESPREKING VAN DE ANALYSERESULTATEN

De granulaire samenstelling

We zullen hier niet ingaan op de samenhang van de granulaire samenstelling met de verschillende geologische afzettingen, maar onze aandacht richten op mogelijke verbanden met de bodemvorming.

Het valt op dat in het zandgedeelte van de profielen het gehalte aan fijne fracties, kleiner dan 50 μ , in alle gevallen naar beneden toe afneemt. Dat gebeurt in de bovenste bodemhorizont en vooral bij de humuspodzolen niet geheel regelmatig maar in het algemeen kan men stellen dat boven en in de B2-horizont meer delen kleiner dan 50 μ voorkomen dan eronder. Zonder verder in details te treden, willen we dit verschijnsel tenminste gedeeltelijk toeschrijven aan de bodemvorming (Van der Marel, 1949).

Een aanwijzing hiervoor geeft profiel nr. 1, een zeer zwak ontwikkelde podzol in Jonger dekzand I, dat werd begraven onder Jonger dekzand II. Hierin komt zo weinig van de fracties kleiner dan 50 μ voor, dat het redelijk lijkt dit verschijnsel in verband te brengen met de korte tijd, dat het profiel aan de oppervlakte heeft gelegen. Dat soms ook andere factoren hierbij een rol kunnen hebben gespeeld, blijkt mogelijk uit profiel nr. 3, waarvan de korrelgrootteverdeling niet in strijd lijkt te zijn met de veronderstelling die in het veld werd gemaakt, n.l. dat enige löss in de luwte van de stuwwal tot afzetting is gekomen.

De veronderstelling van sommige onderzoekers, dat bij de vorming van podzolen ook enige kleiverplaatsing kan optreden, wordt door deze analyses niet bevestigd. Wel ziet men in enige A2-horizonten een afneming van de delen kleiner dan 2 μ , de gehalten waarom het hier gaat zijn echter zeer gering, terwijl bovendien dit verschijnsel niet is beperkt tot de fractie kleiner dan 2 μ . Er zijn voor dit verschijnsel waarschijnlijk andere oorzaken aan te wijzen.

De profielen 8 en 10, die beide op een zware ondergrond liggen, tonen dat de homogenisatie in de ondergrond van humuspodzolen die dicht bij het grondwater liggen, uiterst gering is geweest. (Edelman, 1963).

De pH

In alle bodemhorizonten is de pH(KCl) bepaald. In de meeste gevallen is deze zuurgraad in de ontgonnen en bemeste gronden iets hoger dan in de niet ontgonnen gronden. Het verloop van de pH(KCl) is weinig spectaculair. In de woeste gronden loopt hij naar beneden toe iets op. Is de grond in cultuur, dan is voor de bovenste horizonten vaak het omgekeerde het geval. Grote pH-sprongen zijn niet aanwezig.

(Zie ook Schelling, 1960, pag. 28.)

De organische stof

In de goed ontwikkelde podzolen, blijkt het organische-stofgehalte in de A1-horizonten aanzienlijk uiteen te lopen (zie tabel 2 op blz. 178).

De hoogste gehalten komen voor in de hoog boven het grondwater gelegen niet ontgonnen humuspodzolen. Na de ontginning loopt het organische-stofgehalte aanzienlijk terug. In de moderpodzolen is er eveneens een duidelijk verschil in organische-stofgehalte tussen de wel en niet ontgonnen gronden.

Ook in de A2-horizonten komen grote verschillen voor in organische-

TABEL 1. Analyse-uitslagen van de profielen 1 tot en met 15
 TABLE 1. Analytical data of samples from the profiles 1 through 15

Translation of captions: profiel = profile; bodemhorizont = soil horizon; laag in cm = depth of sampled layer in centimetres; pH(KCl) = ditto; in % van de grond = percentages of the soil; humus gloeiverlies = humus by loss on ignition; N-% van de humus = nitrogen content of the humus; Fe₂O₃ en Al₂O₃ oplosbaar in 10% HCl = iron and aluminium in samples treated with 10% hydrochloric acid; N-totaal = total nitrogen; in % van minerale delen = percentages of the mineral soil constituents; afslibbare delen = soil separables below 16 mu; zand = sand (from 16 to 1700 mu)
 *) elementary analysis

Profiel Nr. Bodem- horizont	Laag in cm	pH (KCl)	in % van de grond				
			Humus gloeiver- lies	N- % v.d humus	Fe ₂ O ₃ oplosbaar in 10 % HCl	Al ₂ O ₃ oplosbaar in 10 % HCl	N- to- taal
1 C	80-90	4.8	0.4		0.30	0.50	0.00
A1	100-108	4.6	0.6		0.20	0.42	0.00
A2	108-116	4.8	0.3		0.08	0.29	0.00
B2	116-129	4.7	0.5		0.18	0.52	0.00
B3ir	129-149	4.7	0.5		0.27	0.51	0.00
Coud. deksz.	149-160	4.7	0.4		0.21	0.51	0.00
2 A1	0-5	3.6	10.1	1.68	0.18	0.48	0.17
A21	5-10	3.7	2.3		0.06	0.18	
A22	10-15	3.8	1.7		0.02	0.16	
B2h	15-20	3.9	9.2	1.95	0.13	1.08	0.18
B2	20-30	4.4	3.3		0.65	1.16	
B3	30-50	4.6	0.9		0.36	0.65	
B3C	50-75	4.6	0.6		0.32	0.46	
C	75-100	4.6	0.5		0.32	0.45	
3 A1	0-20	3.6	11.5	0.43	0.65	0.74	0.05
B2	20-35	4.0	6.0	2.16	1.11	1.54	0.13
B3	35-80	4.6	0.8		0.33	0.36	
B3C	80-120	4.5	0.7		0.22	0.35	
4 A1	0-10	3.9	13.5	1.04	0.18	0.87	0.14
A2	15-20	3.8	1.7	1.18	0.03	0.13	0.02
B2h	35-40	3.9	6.7	1.80	0.02	0.70	0.12
B2ir	40-40	4.4	4.8		2.90	1.20	
B2	40-60	4.4	2.5		0.32	0.66	
B3	60-85	4.6	0.7		0.15	0.39	
BC	85-120	4.7	0.4		0.17	0.32	
5 A1	30-40	3.1	10.4	1.44	0.16	0.35	0.15
A2	50-60	3.9	0.3	3.33	0.02	0.10	0.01
B2h	80-85	3.8	4.7	0.42	0.13	0.62	0.02
B2	110-120	4.2	1.6	1.25	0.16	0.44	0.02
B3	140-150	4.5	0.5		0.07	0.17	0.00
C	170-180	4.8	0.2				
6 A2	0-15	4.4	1.5	1.33	0.09	0.32	0.02
B2h	15-20	4.2	7.4	1.48	0.09	1.13	0.11
B2	20-25	4.3	5.0	0.60	0.46	1.46	0.03
B3ir	25-50	4.5	1.1		0.51	0.61	
C	80-100	4.6	0.5		0.13	0.39	
7 Aan	0-30	4.2	4.3	3.02	0.32	0.24	0.13
A2	30-60	4.5	0.2		0.00	0.03	0.00
B2h	60-65	4.1	3.4	1.77	0.11	0.56	0.06
B2	65-85	4.1	3.9		0.75	0.91	
B3	85-100	4.5	1.7		0.31	0.64	
B3C	120-140	4.3	1.0		0.13	0.40	
8 A0	-10-0	2.8	24.0	1.75	0.17	0.22	0.42
A21	0-20	3.4	1.1		0.06	0.06	
A22	20-45	3.8	0.2		0.03	0.04	
B2ir	45-60	4.3	1.5		0.23	0.52	
B2	60-100	4.3	0.7		0.14	0.38	
B3C	100-110	4.2	0.6		0.56	0.37	
D	110-130	3.4	0.8		4.35	1.38	
9 A1	5-25	5.7	7.1	2.8	0.30	0.23	0.20
A2	25-30	5.1	0.6	9.0	0.05	0.12	0.03
B2	30-45	4.6	2.2	1.4	0.18	0.58	0.03
B3	60-100	4.6	1.2		0.16	0.44	
10 A1	0-20	5.2	4.4		0.43	0.77	0.14
A2	20-50	5.0	0.3		0.03	0.07	
B2	50-95	4.2	3.1		0.06	0.50	0.07
B3	95-110	4.3	0.6		0.02	0.18	
D	110-130	4.1	0.4		0.80	1.28	
11 A1	3-10	3.5	4.5		0.68	0.53	0.08
B21	10-18	4.1	3.9		0.76	0.96	
B22	18-30	4.4	1.8		0.71	1.10	
B3	30-55	4.5	0.7		0.65	0.93	
C	55-80	4.6	0.5		0.48	0.53	
12 A1	0-10	3.5	8.4	2.26	0.67	0.75	0.19
B2	10-35	4.4	2.5	2.0	0.68	1.10	0.05
B3	35-60	4.5	1.2		0.75	0.99	
C	60-100	4.6	0.7		0.79	0.73	
13 A1	0-25	4.8	2.5	3.6	0.78	0.68	
B2	25-50	3.9	1.7		0.70	0.77	
B3	50-60	4.2	1.2		0.61	0.84	
C	60-80	4.4	0.8		0.45	0.59	
14 A1	0-50	4.2	2.4	3.7	0.72	0.64	
B2	50-80	3.8	1.2		0.68	0.81	
B3	80-100	4.0	1.0		0.60	0.86	
C	100-120	4.1	0.7		0.52	0.75	
15 A1	0-25	4.6	3.2	3.12	0.68	0.82	0.10
B2	25-40	4.6	1.6		0.63	1.06	
BC	55-70	4.9	0.7		0.44	0.65	

*) = Humus El.

in % van minerale delen														Profiel Nr. Boem- horizon'				
Afslibbare delen				Zand														
< 2	2-4	4-8	8-16	16-25	25-35	35-50	50-75	75-105	105-150	150-210	210-300	300-420	420-600		600-850	850-1200	1200-1700	
0	0	0	0	0	0	0.1	1	7	33	32	20	5	1.5	0.3	sp		1	C
0	0	0	0	0	0	0.5	1.5	9	26	39	17	4.5	2	0.5	0.1		A1	
0	0	0	0	0	0	0	1	0.5	7	21	37	7	4	1	0.1		A2	
0	0	0	0	0	0	0	0.2	1	5	17	35	24	10	6	2	0.1	B2	
0	0	0	0	0	0	0	0.1	1	4.5	15	31	25	13	8	2	0.3	B3ir	
0	0	0	0	0	0	0.3	2.5	11	36	30	16	3.5	1	0.3			Coed. aekz.	
2	0.2	0	1.5	1	0.3	1.5	2.5	8	20	34	19	6	3	1	0.1		2	A1
1	0.1	0	1	0.4	0.1	1	3	9	21	35	18	6	3	1	0.2		A21	
0.5	0	0.5	0.5	0.4	1	1	2.5	9	20	35	19	6	3.5	1	0.3		A22	
0	2.5	0.5	1	0.2	0.2	1	2	8	19	35	19	7	4	1	0.3		B2h	
1.5	1	0.5	0	0	0.2	1	2.5	9	20	36	19	6	3	1	0.1		B2	
0	0	0	0	0	0	1	2.5	9	22	38	18	6	3	1	0.3		B3	
0	0	0	0	0	0	1	2	8	20	37	21	7	3.5	1	0.1		B3C	
0	0	0	0	0	0	1.5	2.5	8	19	38	22	7	2	0.4	0.1		C	
4	0.3	2	3	3	4	11	5	2.5	4.5	10	13	12	14	10	2.5	0.2	3	A1
6	0	2	2.5	4.5	2.5	8	4.5	2	5	8	13	12	15	12	3.5	0.3	B2	
0	0	0	0	0	0	0.3	0.3	0.5	3	8	19	22	27	17	2.5	0.5	B3	
0	0	0	0	0	0	0.3	0.3	1	4	8	18	20	25	19	6	0.2	B3C	
5	1	1	1.5	1	0.5	4	4.5	8	19	32	14	6	2	0.5			4	A1
2	0	0	0	0	0	1	2	3.5	15	41	24	8	3.5	1			A2	
0	0.4	0	0	1	0	1.5	1.5	3	14	40	24	9	3	1	0.2		B2h	
0.5	2	1	0.1	0	2	0.4	1	2	17	31	29	10	3.5	0.5	0.3		B2ir	
0	0	0	0	0	0	0.5	1	2.5	19	31	31	11	3.5	0.5			B2	
0	0	0	0	0	0	0.4	1	3.5	16	44	26	6	2	0.5			B3	
0	0	0	0	0	0	0.3	1	2	16	30	35	12	4	1			BC	
1.5	0	2	0	0	0	0.5	1	2.5	12	9	10	17	31	12	2	sp	5	A1
0	0	0	0	0	0	0.1	0.4	1	4.5	6	7	25	47	9	0.4		A2	
0	0	0	0	0	0	1	1	3.5	21	9	3.5	8	28	20	5	0.2	B2h	
0	0	0	0	0	0	0.1	0.5	2.5	9	12	9	25	35	6	1		B2	
0	0	0	0	0	0	0.4	0.5	2	12	9	8	19	37	12	1.5		B3	
0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	1.5	6	8	6	17	44	15	2		C	
2.5	0	0.4	3	0	0.5	5	7	13	27	22	13	4	2	1	0.4		6	A2
4.5	0.1	0	2	1.5	0.2	7	8	14	26	21	12	2.5	1.5	0.5	0.3		B2h	
3.5	0	0	0	1	0	4	6	14	29	23	12	3.5	2	0.5	0.2		B2	
0	0	0	0	0	0	2.5	7	15	31	23	12	3.5	2	2	1		B3ir	
0	0	0	0	0	0	2.5	7	16	33	24	13	3	1.5	0.5	0.1		C	
2.5	0.3	1.5	0.5	0.5	0.3	1.5	2.5	8	23	37	14	4.5	1.5	0.5	0.1		7	Aan
0	0	0	0	0	0	1	2.5	8	37	26	17	5	2	0.5	0.3		A2	
4.5	0	0	0.5	0.5	0.2	1	2	9	25	37	12	5	2	0.5	0.1		B2h	
2.5	0	0.3	0.1	sp	0.5	0.5	2.5	9	32	28	16	5	2	0.5	0.1		B2	
0	0	0	0	0	0	0.4	2	8	32	32	19	4.5	1.5	0.3			B3	
0	0	0	0	0	0	1.5	3.5	11	34	29	15	3.5	1.5	0.5	0.2		B3C	
3.5	0	0.1	2	2	1	3	4.5	10	19	29	15	5	4	2	0.3		8	A0
2.5	0	0.3	1	1	1	2.5	4.5	10	19	30	16	6	4	2	0.5		A21	
2.5	0	0.1	1	0.5	1	2.5	4	9	19	31	16	6	4.5	2.5	0.5		A22	
0	0	0	0	0	0	1.5	4.5	13	22	30	14	6	5	3.5	1	0.4	B2ir	
0	0	0	0	0	0	1.5	3.5	10	20	31	17	7	6	5	0.5		B2	
0	0	0	0	0	0	1.5	3.5	9	18	30	19	8	6	3.5	1	0.5	B3C	
34	1.5	3.5	6	5	5	17	10	3.5	4	5	2	1	0.5	0.4	0.3		D	
1.5	1	0	2	1	1	2.5	3	8	31	28	17	4	1.5	0.4	0.2		9	A1
1	0.4	0	1.5	0.5	0.3	1	8	10	28	31	19	4	1.5	0.3			A2	
1.5	0	1	0	0	0	0.5	1.5	8	33	29	18	4.5	1.5	0.5	0.3		B2	
0.5	0.2	1	0	0.2	0.3	0.5	2	14	35	27	14	3	1	0.4	0.1		B3	
4	0.3	2.5	2	1	2.5	4	3.5	5	8	13	11	11	21	10	3	0.2	10	A1
3.5	0	2	3.5	2	1	3.5	3	4	5	7	8	13	22	19	5	0.2	A2	
4.5	0.5	1	2	0.5	1	3	2.5	3	2	3	8	17	28	18	5	0.2	B2	
0	0	0	0	0	0	1.5	1	0.5	0.5	2	9	22	37	22	4	0.2	B3	
16	1.5	5	2.5	2	2.5	3	1.5	1.5	1.5	3	6	10	16	15	9	2.5	D	
4	0.1	1.5	1.5	1	1	1.5	1.5	2	3.5	11	27	31	11	2.5	0.5	0.3	11	A1
4.5	0.4	2	1.5	1	1	2	1.5	2.5	4	12	27	28	10	2	0.5	0.2	B21	
3	0.5	1.5	1.5	1.5	1	1.5	1	2	4	12	28	30	10	2	0.5		B22	
3	0.1	1	1.5	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3	9	28	35	11	2	0.5	0.2	B3	
0	0	0	0	0	0	0.4	0.5	1	1	4.5	32	42	14	3	0.5	0.4	C	
4	1	1.5	2	2.5	3	8	4.5	6	11	21	20	10	6	2.5	0.3	0.1	12	A1
4	0.5	1.5	1	0.5	3	4.5	4	7	11	23	21	10	6	2.5	1		B2	
2	0.5	1	1	0.5	2.5	4.5	6	12	20	31	12	3.5	2	0.5	0.2		B3	
2	0.1	1	0.5	1	1.5	3	6	19	28	29	6	2	0.5	0.2			C	
5	1	1.5	3	1.5	2.5	2	1.5	3	8	12	20	16	14	7	2	1	13	A1
4.5	1.5	1.5	1	1.5	2.5	1.5	1.5	2.5	7	11	20	16	15	8	3.5	2	B2	
3.5	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	6	10	21	19	16	9	3	2	B3	
2.5	0	0	1.5	2	1	1	0.5	1	4	10	23	20	18	10	4	2	C	
5	1.5	0.1	3	2.5	2.5	2.5	2	3.5	9	13	20	15	13	6	1.5	0.5	14	A1
5	0.1	1	2.5	1.5	2	1.5	1.5	2.5	8	12	21	16	14	7	3	1	B2	
1.5	0	4	1	2	2	1	1.5	2.5	7	11	21	19	14	7	2.5	1.5	B3	
3.5	0.1	0.5	2	2	1.5	0.5	1	1.5	5	11	24	19	16	8	4	1	C	
2.5	2.5	1	2	0.5	0.3	1.5	1.5	2	6	15	33	21	7	3.5	1.5	0.5	15	A1
4	0.5	1	1	0.5	0.3	1.5	2	5	15	36	22	6	2.5	1	0.5	sp	B2	
0	0	0	0	0	0	0.5	1.5	6	18	43	23	5	2	0.5	0.4		BC	

TABEL 2. De humusgehalten van de bodemhorizonten in de verschillende profielen
 TABLE 2. Humus content of the soil horizons in the profiles described

Profiel nr. <i>No. of profile</i>	Bodemhorizonten / <i>Soil horizons</i>				
	A1	A2	B2h	B2	B3
4	13.5 w	1.7	6.7	2.5	0.7
3	11.5 w			6.0	0.8
5	10.4 w	0.3	4.7	1.6	0.5
2	10.1 w	1.7	9.2	3.3	0.9
12	8.4 w			2.5	1.2
9	7.1 c	0.6		2.2	1.2
11	4.5 w			3.9	0.7
10	4.4 c	0.3		3.1	0.6
7	4.3 c	0.2	3.4	3.9	1.7
15	3.2 c			1.6	0.7
13	2.5 c			1.7	1.2
14	2.4 c			1.2	1.0
1	0.6 w	0.3		0.5	0.5

c = in cultuur / *cultivated* w = woest / *waste land*

stofgehalte. De kleur van deze horizont hangt hiermede nauw samen. Alle goed ontwikkelde podzolen hebben in de B2-horizont meer dan 1% organische stof. Het profiel nr. 3 van de Garderense heide heeft zelfs 6%.

Het verloop van het organische-stofgehalte van boven naar beneden weerspiegelt goed de aard van de verschillende bodemhorizonten (Schelling, 1960, pag. 25).

De aard van de organische stof, afgemeten aan het N-gehalte van de humus, blijkt in de eerste plaats de wel en de niet ontgonnen gronden te scheiden (zie tabel 3 en Schelling, 1960, fig. 17).

Beschouwt men grotere aantallen gegevens, dan treedt een zekere overlap op, die echter niet groot is (zie fig. 2).

Binnen deze groepen van gronden afzonderlijk hebben de moderpodzolen meestal een wat hoger N-gehalte van de humus dan de humuspodzolen. Het

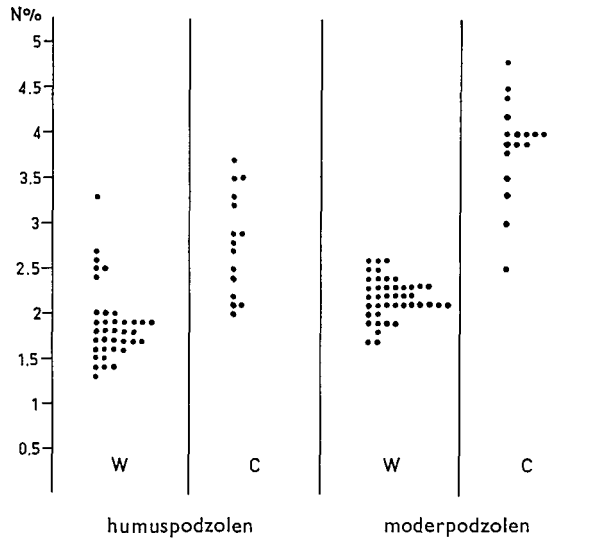
TABEL 3. N-gehalten van de humus van A1-horizonten, gerangschikt van hoog naar laag
 TABLE 3. Nitrogen content of the humus of the A1 horizons, arranged from high to low

Profiel nr. <i>No. of profile</i>	Bodemhorizonten / <i>Soil horizons</i>		
	A1	B2h	B2
14	3.70 c		
13	3.60 c		
10	3.18 c		2.26
15	3.12 c		
7	3.02 c	1.77	
9	2.80 c		1.40
12	2.26 w		2.00
11	1.77 w		
8	1.75 w		
2	1.68 w	1.95	
5	1.44 w	0.42	1.25
6	1.33 w	1.48	0.60
4	1.04 w	1.80	
3	0.43 w		2.16

c = in cultuur / *cultivated* w = woest / *waste land*

Fig. 2. N-gehalten van de humus van A1-horizonten van humus- en moderpodzolen uit de provincie Gelderland
 Fig. 2. Nitrogen content of the humus of the A1 horizons of humus and moder podzol soils in the province of Gelderland

w = woest / waste land
 c = in cultuur / cultivated



grote verschil in N-gehalte van de humus tussen de A1-horizont en de B2-horizont in profiel 3, komt goed overeen met het voorkomen van vrij veel moderhumus in de B-horizont en het amorf karakter van de humus in de A1-horizont.

Ijzer

Het Fe_2O_3 -gehalte blijkt in de bodemhorizonten van de humuspodzolen op karakteristieke wijze te verlopen (zie fig. 3a en Van Diepen, 1956).

Steeds is het gehalte in de A1-horizont hoger dan in de eronder liggende A2-horizont. De hoogste gehalten komen steeds voor in de B2-horizont, tenzij er duidelijke oorzaken zijn aan te wijzen voor een maximum in een andere horizont. In de B3- en C-horizont neemt het Fe_2O_3 -gehalte weer af.

In de profielen 1 en 6 bevindt zich het maximum in de B3ir-horizont, wat ongetwijfeld verband houdt met het voorkomen van roestvlekken.

In de profielen 4 en 8 werd de B2ir-horizont afzonderlijk bemonsterd, waardoor uiteraard in deze horizont het grootste gehalte Fe_2O_3 werd gevonden.

Het Fe_2O_3 -gehalte in alle A1-horizonten is, met uitzondering van profiel nr. 3, laag. Het hoge Fe_2O_3 -gehalte in de A1-horizont van profiel nr. 3 moet mogelijk worden toegeschreven aan het hogere leemgehalte.

In de profielen 7 en 10 is het iets hogere Fe_2O_3 -gehalte in de A1-horizont waarschijnlijk een gevolg van de aanwezigheid van een oud bouwlanddekje.

Het profiel 5, Filipsberg, heeft opvallend lage Fe_2O_3 -gehalten. Het verloop hiervan beantwoordt aan de verwachtingen. De lage gehalten zullen samenhangen met de aard van het moedermateriaal. Dat is nl. wit zand van oostelijke herkomst, dat mineralogisch zeer arm is. Het lage Fe_2O_3 -gehalte in de B3-horizont van de Treek (profiel 4) wijst erop, dat dit profiel ijzer heeft verloren. Bij de beoordeling in het veld werd deze verwachting reeds uitgesproken.

Splitst men de overige humuspodzolen zonder ijzerhuidjes onder de B2 in gronden, die betrekkelijk korte tijd en gronden die langere tijd per jaar een

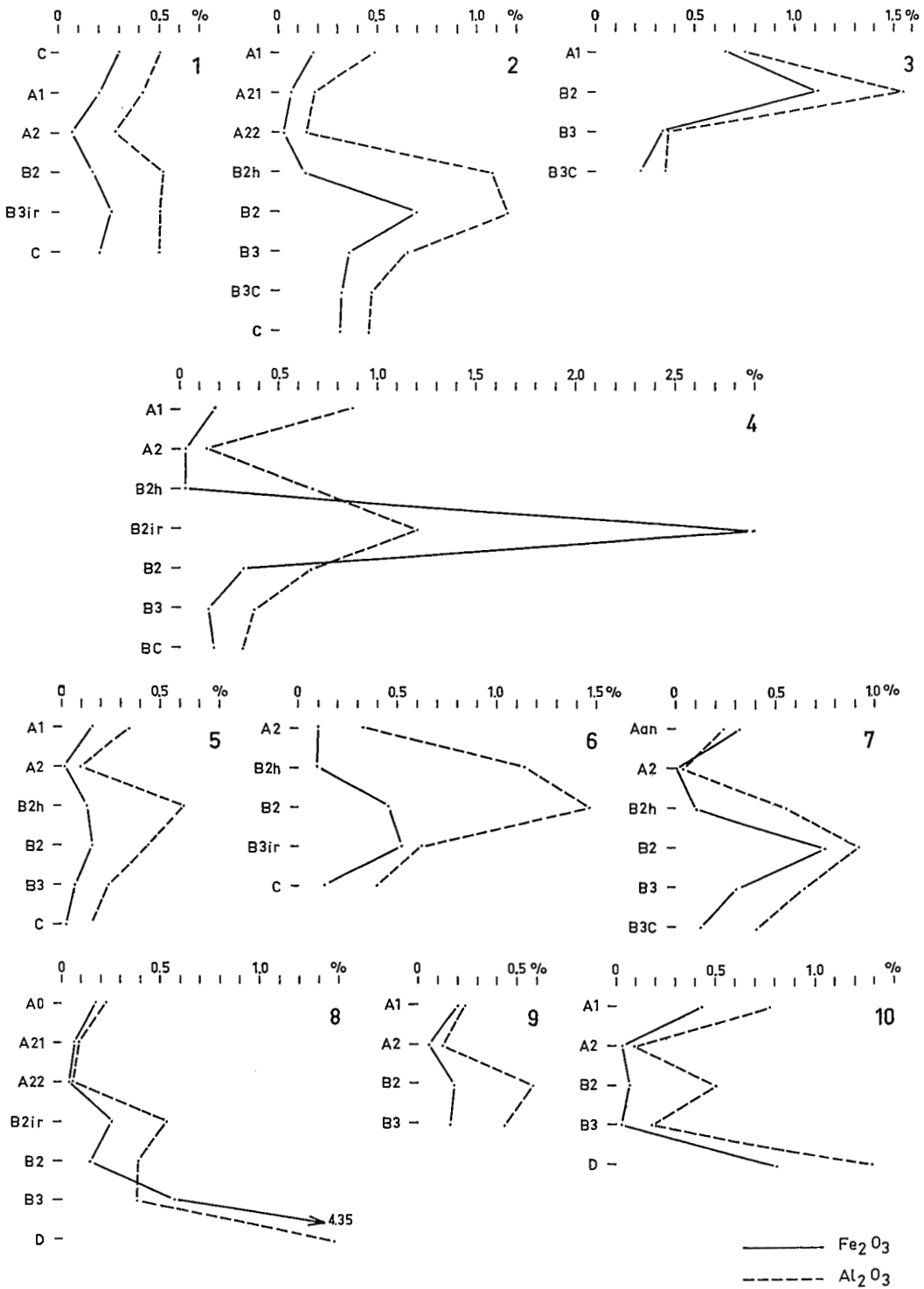


Fig. 3a. Schematische voorstelling van het verloop van de Fe_2O_3 en Al_2O_3 -gehalten in humuspodzolprofielen
 Fig. 3a. Diagram of the variation with depth of the iron and aluminium content of humus podzol profiles

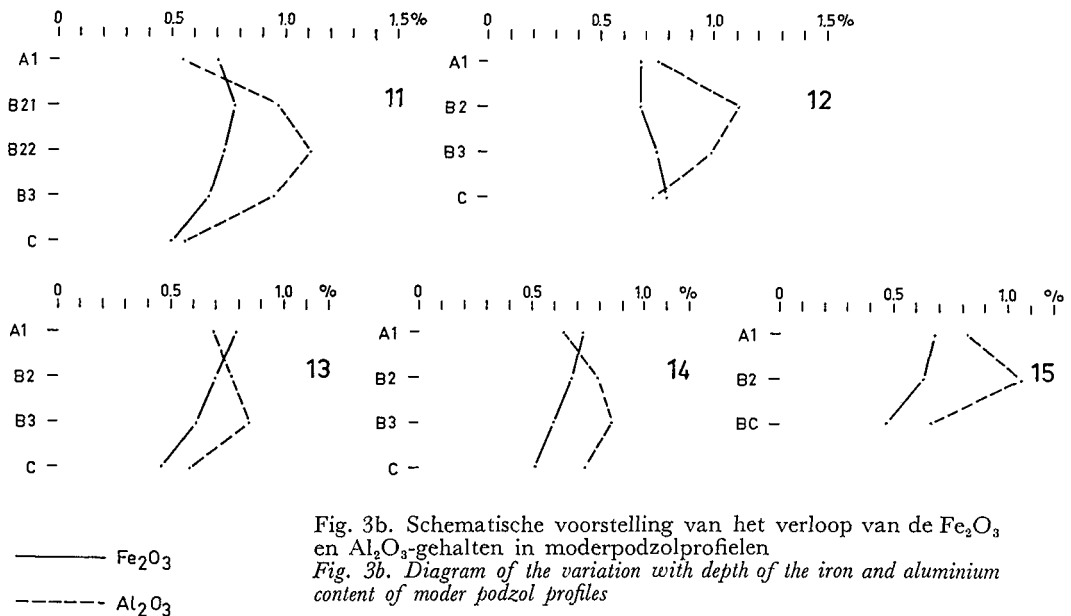


Fig. 3b. Schematische voorstelling van het verloop van de Fe_2O_3 en Al_2O_3 -gehalten in moderpodzolprofielen
 Fig. 3b. Diagram of the variation with depth of the iron and aluminium content of moder podzol profiles

hoge grondwaterstand hebben, dan behoren tot eerstgenoemde: de profielen 6 en 7, tot laatstgenoemde: de profielen 8, 9 en 10. Wij zullen ze aanduiden als respectievelijk middelhoge en lage humuspodzolen. In de middelhoge humuspodzolen komt een aanzienlijke ophoping voor van Fe_2O_3 ; in de lage humuspodzolen is dit veel minder duidelijk, de gehele B-horizont is arm aan Fe_2O_3 .

In de moderpodzolen komt een duidelijke verrijking van de B-horizont met Fe_2O_3 niet of nauwelijks voor (zie fig. 3b).

In het profiel nr. 11 van de Utrechtse Heuvelrug is wel enigszins van een Fe_2O_3 -ophoping in de B-horizont sprake. Bij de beschrijving in het veld is dan ook melding gemaakt van enige verplaatsing van disperse humus, die als fibers in de ondergrond aanwezig is. Het verloop van het Fe_2O_3 -gehalte in het profiel nr. 12, Drieberg, is merkwaardig, omdat het naar beneden iets toeneemt. Het betreft hier een goed ontwikkelde moderpodzol, waarin echter het zand van boven naar beneden nogal wat fijner wordt.

In de profielen 13, 14 en 15 neemt het Fe_2O_3 -gehalte naar beneden af. Dit werd ook op verscheidene andere plaatsen gevonden.

In de moderpodzolen blijken de Fe_2O_3 -gehalten in de verschillende horizonten weinig te verschillen. Vermoedelijk treft men een geringe afneming aan van boven naar beneden.

Aluminium

Het verloop van de gehalten aan Al_2O_3 in de profielen is duidelijk gebonden aan de verschillende bodemhorizonten. In de humuspodzolen lopen zij ongeveer parallel met de gehalten aan Fe_2O_3 , echter niet geheel. Het valt op dat in de B2h-horizonten steeds een aanzienlijke ophoping van Al_2O_3 heeft plaats gevonden; met Fe_2O_3 is dat niet of in geringere mate het geval. Dit vond ook Van Schuylenborgh, 1962.

In enige gevallen waarin roestvlekken in een horizont een hoger Fe_2O_3 -gehalte veroorzaken, blijkt Al_2O_3 hiermee niet parallel te lopen. Dit is o.a. het geval in de B3ir van profiel 1 en van profiel 7. Men zou hieruit voorzichtig kunnen concluderen, dat roestafzettingen vanuit het grondwater in het bovenste gedeelte niet vergezeld gaan van overeenkomstige afzettingen van Al_2O_3 . De zeer sterke ophoping van Al_2O_3 in de B2-horizont van profiel 7 gaat samen met verkitting van die horizont. Dit verschijnsel werd ook in andere hier niet beschreven humuspodzolen waargenomen. Evenals dat het geval is met het Fe_2O_3 -gehalte, is het Al_2O_3 -gehalte in de verschillende bodemhorizonten lager naarmate de grond gedurende een groter gedeelte van het jaar nat is. Maar terwijl in de zeer natte gronden het Fe_2O_3 -gehalte soms nauwelijks meer een verband te zien geeft met de verschillende bodemhorizonten, blijft het Al_2O_3 -gehalte duidelijk aan deze horizonten gekoppeld.

In de moderpodzolen varieert het Al_2O_3 -gehalte duidelijk met de verschillende bodemhorizonten, dit in tegenstelling tot het Fe_2O_3 -gehalte. Van Schuylenborgh (1962) vond geen duidelijke verschillen in de Al_2O_3 -gehalten van de verschillende bodemhorizonten van de moderpodzolen. Samen met genoemde auteur zal worden onderzocht in hoeverre dit is toe te schrijven aan het verschil in analysemethode.

In vergelijking met de humuspodzolen is het Al_2O_3 -gehalte in veel horizonten van de moderpodzolen hoog.

CONCLUSIES

De analysegegevens, zoals die door het Bedrijfslaboratorium voor Gronden en Gewasonderzoek te Oosterbeek worden verstrekt, kunnen in veel gevallen de waarnemingen in het veld in belangrijke mate steunen en corrigeren. De veronderstelling dat podzolen gronden zijn met een podzol-B, dat is een inspoelingshorizont waarin organische stof met sesquioxyden of vrijwel uitsluitend organische stof is opgehoopt, wordt door de analysegegevens ondersteund.

In de moderpodzolen en in de humuspodzolen die een groot gedeelte van het jaar nat zijn betreft de ophoping van sesquioxyden in de B-horizont vaak uitsluitend aluminium. Naarmate de humuspodzolen natter zijn, zijn de gehalten aan Fe_2O_3 geringer.

De gehalten aan Fe_2O_3 en Al_2O_3 in de bodemhorizonten van humuspodzolen verlopen niet geheel parallel. Naar verhouding wordt aluminium in de B2h-horizont veel sterker opgehoopt dan ijzer.

Waarschijnlijk gaat een verkitte B2-horizont gepaard met een hoog Al_2O_3 -gehalte; het omgekeerde behoeft echter niet het geval te zijn.

Als in de B3-horizont geen roestvlekken aanwezig zijn, dan is het Fe_2O_3 -gehalte van leemarme B3-horizonten in dekzand, als ijzerhuidjes om de zandkorrels ontbreken, lager dan ca. 0,30%. Zijn ijzerhuidjes om de zandkorrels of roestvlekken aanwezig, dan is het gehalte gewoonlijk hoger.

In de onderzochte profielen neemt het gehalte van de minerale delen kleiner dan 50 mu, met de diepte af.

Aanzienlijke pH-sprongen komen in de onderzochte bodems niet voor. Het N-gehalte van de organische stof is in moderpodzolen gewoonlijk hoger dan in de humuspodzolen. Het N-gehalte van de organische stof is in cultuurgronden gewoonlijk hoger dan in vergelijkbare niet ontgonnen gronden.

juni 1963

SUMMARY

Some 15 podzol soil profiles are described. Various features of the soils are compared with analytical data obtained in the laboratory. In many instances a fair correlation is found.

The soils are divided into humus podzol soils (see fig. 3 no. 1-10) and moder podzol soils (see fig. 3 no. 11-15). The humus podzol soils have a podzol B horizon into which mainly amorphous organic material and sesquioxides have been illuviated. The moder podzol soils have a podzol B horizon in which the illuviated organic material occurs mainly as well recognizable excrements of the soil fauna. They are comparable with Brown Podzolic Soils.

The humus podzol soils all have a maximum content of Fe_2O_3 in the B horizon. In wet humus podzol soils the Fe_2O_3 content is low throughout the profile (see fig. 3 no. 8-10).

Al_2O_3 contents increase largely in the B2h horizons.

In the moder podzol soils Fe_2O_3 contents do not show a clear connection with the different soil horizons. Al_2O_3 contents are highest in the B horizon.

The nitrogen content of the humus of all podzol soils is highest in the cultivated soils (see tab. 3 and fig. 2).

The contents of particles $<50 \mu$ decrease in all profiles with depth. Presumably this is due to various circumstances, for example soil formation, a slight loess deposition (see tab. 1 no. 3) and accumulation of plant opal (see tab. 1 no. 2) etc.

LITERATUUR

- Bakker, H. de en J. Schelling*: Een systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus. In voorbereiding.
- Crommelin, R. D.*, 1953: Over de stratigrafie en herkomst van de preglaciale afzettingen in Midden Nederland. Geol. en Mijnb. 15, 305-321.
- Diepen, D. van*, 1956: De gloeimethode als vorm van ijzeronderzoek bij de profielstudie van zandgronden. Boor en Spade VIII, 160-173.
- Edelman, C. H.*, 1963: Bospodzolgronden en Heidepodzolen. Boor en Spade XIII, 51-60.
- Jongorius, A.*, 1957: Morfologische onderzoekingen over de bodemstructuur. Bodemk. Studies 2. Versl. Landbk. Onderz. 63.12.
- Maarleveld, G. C.*, 1956: Grindhoudende middenpleistocene sedimenten. Maastricht.
- Maarleveld, G. C. en R. P. H. P. v. d. Schans*, 1961: De dekzandmorfologie van de Gelderse Vallei. T.K.N.A.G. deel LXXVIII no. 1, 22-35.
- Marel, H. W. van der*, 1949: Mineralogical composition of a heath podzol profile. Soil Sci. Vol. 67, nr. 3, 193-207.
- Pape, J. C.*, 1961: De zandgronden. In: Bodemkunde, 156-172. 's-Gravenhage.
- Pijls, F. W. G.*, 1959: Toepassingen van bodemclassificatie. Landbouwk. Tijdschr. 71e jrg., dec., 756-774.
- Schelling, J.*, 1960: De hoge bosgronden van Midden-Nederland. Wageningen.
- Schuylenborgh, J. van*, 1962: On soil genesis in temperate humid climate. I. Some soil groups in the Netherlands. Neth. J. Agric. Sci. Vol. 10, 127-144.
- Simonson Roy, W.*, 1959: Outline of a general theory of soil genesis. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 23, 152-156.
- Stobbe, P. C. and J. R. Wright*, 1959: Modern concepts of the genesis of podzols. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 23, 161-164.
- T.K.N.A.G. = Tijdschrift Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap.