Stichting voor Bodemkartering
Wageningen

no. 2339.

VERSLAG VAN EEN BODEMKUNDIGE EXCURSIE NAAR JOEGO-SLAVIE 1955

door: J. Bennema
P. du Burck
J.C.F.M. Haans
L.J. Pons
R.P.H.P. v.d. Schans
F. Sonneveld

2 juni 1960.

Inhoud

I. Algemene inleiding

II. Iets over het bodemkundig onderzoek in Joego-Slavië

III. Algemene beschrijving van het land
- a. Inleiding
- b. Reliëf en hydrografische gesteldheid
- c. Klimaat

IV. De beschrijving van de verschillende bodemeenheden
- a. Inleiding
- b. Veen- en gleygronden
  - 1. Indeling
    - a. Algemeen
    - b. Joegoslavische indeling
  - 2. Beschrijving van de tot de veen- en gleygronden behorende bodemeenheden
    - a. Veengronden
    - b. Minerale gleygronden zonder bodemontwikkeling en met een zwakke A1
    - c. Minerale gleygronden met een donkere A1
    - d. Smonitza's
    - e. Ritske crnice en Livadske crnice
- c. Chernozems
  - 1. Genese
  - 2. Voorkomen in Joego-Slavië
  - 3. Literatuur
- d. Zoutgronden
  - 1. Het ontstaan van zoutgronden
  - 2. Voorkomen
  - 3. Benamingen
  - 4. Profielontwikkeling
  - 5. De zoutgronden in Vojvodina
- e. De "Braunerden", "Bleicherden" en podzolen
  - 1. De indeling
  - 2. De Braunerden in Joego-Slavië
    - a. De "diepgrondige" Braunerde
    - b. De Braunerde op kalksteen en mergel
  - 3. De podzolen
  - 4. Literatuur
- f. Rode Middellandse zeegronden
  - 1. Inleiding
  - 2. Het voorkomen van diepe en ondiepe gronden en de invloed van de bodemerosie
  - 3. De aard van de fossiele bodems
  - 4. De huidige bodemvorming
  - 5. Literatuur

V. Profielbeschrijvingen

I. ALGEMENE INLEIDING.

Naar aanleiding van een uitnodiging van Prof.Dr.V.Nejgebauer van het Bodemkundig Instituut van de Universiteit te Zagreb werd van 30 juni tot 16 juli 1955 een bodemkundige excursie in Joego-Slavië gehouden, waarbij vooral de bodemclassificatie en de pedogenese in het middelpunt stonden.

De deelnemers, allen medewerkers van de Stichting voor Bodemkartering, waren Dr. J. Bennema, Ir. P. du Burck, Dr.J.C.F.M. Haans, Dr. L.J. Pons, Ir. R.P.H.P. v.d. Schans en Dr. F. Sonneveld. Er werd gereisd met een Volkswagenbusje en er werd overwegend overnacht in tenten.

Prof. Nejgebauer had de excursie voorbereid en leidde zelf tezamen met Ir. A. Skorić, de excursie in de omgeving van Zagreb en in het gebied tussen Zagreb en Rijeka. De verdere excursieleiders waren:
Ir. M. Kurtagić van het Agroëcologisch Instituut te Zagreb,
Ir. B. Zivković
Ir. D. Tanasijević van het Bodemkundig Instituut te Belgrado.
Skorić maakte, om de goede gang van zaken te verzekeren, de excursies naar Vojvodina en Servië ook mee.

De excursieroute staat aangegeven op bijgaand kaartje. Ook staat hierop de route aangegeven van de vacantiereis, die na de excursie gemaakt werd.

Het tijdens de excursie verzamelde documentatiemateriaal bestaat uit profielbeschrijvingen, monsters en foto's (zwart-wit foto's en kleurendia-positieven).
De profielbeschrijvingen zijn achter in het verslag samengebracht, ook die Dr. F. Sonneveld in 1954 reeds in Joego-Slavië maakte.

Het verslag van deze excursie werd door de deelnemers gezamenlijk vervaardigd, waarbij ieder der deelnemers een hoofdstuk verzorgde. Zo werden de Braunerden door Dr. Bennema behandeld, die ook de algemene inleiding schreef en de eindredactie van het geheel verzorgde.

Dr. Haans schreef de algemene beschrijving van het land, Ir. van der Schans behandelde de veen- en gleygronden, Ir. du Burck de chernozems, Dr. Sonneveld de zoutgronden en Dr. Pons de rode gronden. In dit verslag zal eerst iets worden verteld over het bodemkundig onderzoek in Joego-Slavië, daarna zal een indruk worden gegeven van de geologie, het landschap en het klimaat, waarna de verschillende bodemgroepen, die op de excursie bestudeerd konden worden, de revue zullen passeren.

Daar deze excursie vooral bedoeld was om beter op de hoogte te komen van de internationale bodemclassificaties is bij sommige groepen iets verder op de classificatie ingegaan dan voor een excursieverslag strikt noodzakelijk is.

II. IETS OVER HET BODEMKUNDIG ONDERZOEK IN JOEGO-SLAVIË.

Voor de laatste wereldoorlog waren er in Joego-Slavië twee centra, waar de bodemkunde ontwikkeld werd, n.l. de landbouwkundige faculteiten in Zagreb en in Belgrado. Vooral M. Gračanin en A.Stebutt hebben hun stempel op deze ontwikkeling gedrukt.

Na de laatste wereldoorlog zijn er ook op andere plaatsen centra van bodemkundig onderzoek opgericht. Zo heeft nu elke volksrepubliek zijn eigen bodemkundig instituut, terwijl daarnaast ook de landbouwkundige faculteiten en de bodemkundige laboratoria van de "Waterstaat" zich op dit terrein bewegen.

De coördinatie van het werk tracht men o.a. te bereiken door de in 1953 opgerichte Joegoslavische bodemkundige vereniging (Jugoslavenske drustva za proučavanje zemljišta), die onder voorzitterschap staat van Dr. Stevan Nikolić, hoogleraar in de bodemkunde aan de Universiteit te Belgrado. De vereniging geeft een tijdschrift uit, getiteld Zemljište I Biljka (Soil and Plant).

Tijdens de eerste bijeenkomst van de bodemkundige vereniging in 1953 werd de doelstelling van het bodemonderzoek besproken. Dit resulteerde in een aantal conclusies. Deze conclusies werden onder de volgende hoofden samengebracht:

1. Het vervaardigen van een bodemkundige kaart van Joego-Slavië
2. De bemesting
3. De bosbodems
4. Ontwikkeling van het microbiologisch onderzoek
5. De problemen van de cultuurtechnische grondverbetering
6. De problemen van erosie en bodembescherming
7. De problemen van de bodembewerking.

Uit deze hoofden blijkt, dat vrijwel voor het gehele terrein van het bodemkundig onderzoek belangstelling bestaat. Uit de verschillende publikaties en uit gesprekken is verder op te maken, dat op verschillende gebieden een vrij grote kennis bestaat. Toch krijgt men de indruk, dat deze kennis in de praktijk niet altijd tot resultaten leidt. Dit heeft verschillende oorzaken, o.a.

1) Het contact tussen onderzoek en de boeren is nog niet intensief genoeg.
2) Er is vaak geen geld beschikbaar om zelfs ook maar de meest nodige maatregelen tot uitvoering te brengen.

Zo blijken er niet genoeg deviezen te zijn om de hoeveelheid kunstmest, die de boeren zouden willen gebruiken, een hoeveelheid die nog veel te laag is, in te voeren.

Ten aanzien van de bodemkartering in Joego-Slavië kan het volgende opgemerkt worden.

In de verschillende republieken is aan bodemkaarten gewerkt. Verschillende van deze bodemkaarten zijn klaar gekomen en zelfs zijn sommige republieken reeds geheel gekarteerd [1]). Het zijn meest kaarten op kleine schaal (vaak 1:100.000), die vaak op een nog kleinere schaal gedrukt hadden kunnen worden. Ze zijn wat gedetailleerdheid betreft te vergelijken met een grove N.E.B.O.-kaart. Deze kaarten zijn dan ook gebaseerd op vrij weinig punten. Dit kan ook niet anders, daar er niet geboord wordt, maar steeds profielen worden gegraven, wat een tijdrovend werk is.

Behalve deze grove kaarten wordt blijkbaar ook wel aan gedetailleerder kaarten gewerkt, maar hiervan hebben wij geen voorbeelden gezien.

De kaarten van de verschillende republieken zijn nog vrij slecht gecorreleerd, het is echter wel de bedoeling uiteindelijk van geheel Joego-Slavië één bodemkaart te vervaardigen.

[1]) Tanasijević, D. 1954: Das Problem der Bodenkartographie und Bodenklassification in der F.V.R. Jugoslawien.

Van de reeds bestaande bodemkaarten is een aantal gepubliceerd (soms in vereenvoudigde vorm) in het bovengenoemde tijdschrift. Daarnaast zijn ook in andere periodieken bodemkaarten gepubliceerd.

III. ALGEMENE BESCHRIJVING VAN HET LAND.

a. INLEIDING.

Joego-Slavië is een land rijk aan reliëf, er komen zeer uiteenlopende klimaats- en vegetatietypen voor en de geologische en morphologische gesteldheid is zeer wisselend. Het is duidelijk dat in het kader van dit excursie-verslag slechts een zeer beknopte algemene beschrijving van het land gegeven kan worden, waarbij vooral de nadruk zal gelegd worden op de bezochte landstreken.

Het land heeft een oppervlakte van ruim 25 miljoen ha's. Hiervan is ongeveer 30% akkerland (boom- en wijngaarden inbegrepen ongeveer 20% is gras- en hooiland, de rest is bos of woeste grond.

b. RELIËF EN HYDROGRAFISCHE GESTELDHEID.

De hoofdtrekken van het reliëf van het land worden bepaald door het Dinarische gebergte. Deze langgerekte bergketen loopt vanaf het noordwesten van het land, waar hij aansluit bij de Zuidelijke Kalkalfen, in zuidoostelijke richting, tot Albanië, waar hij naar het zuiden ombuigt. Het gebergte is een opeenvolging van ruggen en plateaus, waartussen langgerekte bekkens en dalen liggen. De breedte bedraagt 150 à 350 km. De hoogste delen van de keten liggen in het algemeen dicht tegen de Dalmatische kust aan, die behalve hierdoor ook nog gekarakteriseerd wordt door het voorkomen van talloze schiereilanden en eilanden, langgerekt van vorm en bergachtig, een voortzetting van het gebergte op het vaste land.

De enige rivier van betekenis, die aan de Dalmatische kust uitmondt, is de Neretva. De meeste rivieren stromen naar het noorden waar ze op de Sava lozen.

Het noordelijke deel van het land is veel vlakker. Hier vinden we de brede dalen van Sava en Drava, gescheiden door enige minder hoge bergketens. Verder naar het oosten monden deze dalen uit in een grote laagvlakte, het zuidelijke deel van de Pannonische laagvlakte, stroomgebied van Donau en Tisa. Het Joegoslavische deel van deze laagvlakte is de Vojvodina.

Het oostelijke, zuidoostelijke en zuidelijke deel van Joego-Slavië is weer geheel bergland. Het Balkangebergte sluit het land in het oosten af. De grens met Albanië wordt door de Albaanse bergen gevormd, een voortzetting van het hiervoor genoemde Dinarische gebergte. Hiertussen ligt het Macedonische bekken met het dal van de naar het zuiden stromende Wardar en ten noorden hiervan het Servische heuvel- en bergland, het stroomgebied van de Morava, een zijrivier van de Donau.

c. KLIMAAT.

Het Middellandse Zeeklimaat is beperkt tot Istrië, de eilanden en de smalle kustzoom van Dalmatië. Het hoge gebergte hierlangs verhindert dat zeeïnvloeden diep het land indringen. Dit klimaatstype is gekenmerkt door zachte regenrijke winters en hete zomers (gemidd. zomertemperatuur 23-26° C.). De regenval bedraagt 1000 à 1500 mm, soms meer. Dieper het hoge gebergte in valt meer regen, plaatselijk 3000 mm of nog meer, terwijl ook de wintertemperatuur op de ruggen en hoogvlakten van het bergland veel lager is. Dit temperatuurverschil tussen kuststrook en bergland veroorzaakt valwind, die vooral in de winter optreedt. In herfst en winter waait vaak de jugo (sirocco), een zuidwestelijke wind, die met veel regen gepaard gaat. Gedurende de zomer waait meestal overdag langs de kust de moestral, een frisse mooiweerwind.

Het deel van het land behorend tot de Donauvlakte heeft een middeleuropees continentaal klimaat. Zo zijn in de Vojvodina de winters koud en de zomers warm en er valt weinig neerslag (± 600 mm). Verder naar het westen, in de dalen van Sava en Drava is het klimaat minder extreem. Overeenkomstig hiermee is de Vojvodina steppeachtig, terwijl verder westwaarts in Slavonië meer bossen voorkomen. In het middel- en hoogge-bergte van Kroatië, Bosnië en Servië zijn de temperatuurtegenstellingen tussen winter en zomer weer groter; er valt ook meer regen. Hetzelfde geldt voor het Sloveense bergland, waar ook de zomers vochtig zijn.

Istrië, Dalmatië en het aansluitende bergland.

Het Dinarische gebergte bestaat grotendeels uit kalkgesteente van Krijt-, Jura- en Triasouderdom. In parallele, langgerekte, smalle stroken wordt dit kalkgesteente afgewisseld met Tertiair (Flysch), verder landinwaarts en in het zuiden (Monte Negro) ook met oudere formaties.

Een groot gedeelte van dit bergland is karstgebied en daardoor gekenmerkt door een zeer bijzondere morfologische en hydrologische gesteldheid.

Karstverschijnselen zijn gebonden aan kalkgesteenten. Door oplossingsverschijnselen wordt het gesteente doorlatend, op de duur kan zelfs de hele ontwatering ondergronds worden, indien de dikte van het gesteente groot genoeg is. De Karst-oppervlakte is zeer typisch. Kenmerkend zijn de dolines, trechtervormige inzinkingen (doorsnede ± 10-100 m, diepte ± 2-25 m). Twee of meer dolines kunnen samenvloeien.

Verder dienen in dit verband de poljes, grote gesloten bekkens, genoemd te worden. Polje betekent letterlijk "veld". Over het ontstaan van de poljes in de karstgebieden (ook in niet-karstgebieden komen deze afgesloten bekkens voor) is men het niet geheel eens; men helt over naar de mening dat het verkarste tektonische depressies zijn. Typisch zijn ook de vele door oplossing ontstane onderaardse grotten, vaak met druipsteenvorming, waar dikwijls riviertjes door heen lopen.

In de tijdens de tocht bezochte gebieden konden deze landschapsvormen goed waargenomen worden.

De sterk verkarste gebieden maken een zeer troosteloze indruk. Beken en waterlagen zijn schaars en staan voor het grootste gedeelte van het jaar droog. Door ontbossing is het bodemprofiel verdwenen, zodat grijze kale rotsen aan de oppervlakte liggen. Door de hitte zijn de rotsen, die allerlei nissen en holen vertonen vaak weer versplinterd, zodat het geheel er nu als een niet begroeide troosteloze rots-ruïne uitziet. Door de sterke regenval en de soms harde wind (Bura) is dit gebied uitermate gevoelig voor erosie. Slechts in de talloze dolines vindt men grond, meestal Terra Rossa. Hier en daar komen tussen de ruggen en bergkammen ook afgesloten bekkens voor, waar op grotere schaal landbouw bedreven wordt, de poljes, die opgevuld zijn met alluviaal materiaal. Deze extreme vorm van verkarsting treedt speciaal op in een vrij brede strook langs de Dalmatische kust, van Montenegro tot Istrië en ook op de eilanden.

De hiervoor genoemde stroken tertiair (Flysch, veelal een sterk gelaagde, vrij zachte afzetting, waarin mergels, grindlagen en zandsteen afwisselen) vallen in het Dalmatische kustgebied op als vruchtbaarder gebieden, die geen karstverschijnselen vertonen. Bijzonder goed was dit ook waar te nemen in Istrië. Ongeveer door het midden van dit schiereiland loopt een strook die uit Flysch bestaat. De rest is grotendeels kalksteen uit het Krijt. Dit laatste gebied is verkarst. Men vindt er dolines, op de kalksteen heeft zich Terra Rossa ontwikkeld, die hier het hele golvende kalkgebied bedekt. Een patroon van waterlopen ontbreekt grotendeels. Nabij Pazin was het verschil in aspect tussen dit landschapstype en de Flysch, waarop zich Braunerde gevormd heeft, fraai te zien.

Een rivier, die uit het Flysch-gebied komt verdwijnt hier, waar het karstgebied begint. De westelijk van Pazin liggende berg (1396 m) bestaat uit harde kalksteen. Hij is met Flysch bedekt geweest, welk materiaal nu grotendeels verdwenen is. Slechts hier en daar zijn er nog resten van over, die nu, tengevolge van hun weliger begroeiïng, als oasen op de helling liggen. Het zachte Flysch-materiaal bleek in dit gebied zeer gevoelig voor erosie.

Het karstgebied in de omgeving van Postojna heeft gedeeltelijk een bosbegroeiïng. Hier werden druipsteengrotten bezocht, waarin de rivier Pivka verdwijnt.

In het Dalmatische kustgebied nemen alluviale gronden slechts een oppervlakte van ondergeschikte betekenis in. Ze komen o.a. voor in het dal en de delta van de Neretva, verder ook in de z.g. poljes. Nabij het meer van Skadar en langs de rivieren die daarin uitmonden (o.a. de Moraca) vielen de zeer grindrijke terrasafzettingen op.

Het Savadal

Bovenstrooms van Zagreb is de oppervlakte alluviale gronden langs de Sava van niet grote betekenis, daar de rivier hier door middel- en laaggebergte stroomt. Direct zuidelijk van Ljubljana ligt een vrij breed, afgesloten dal, waar o.a. de rivier Ljubljanica, een zijrivier van de Sava, doorheen loopt. De dalopvulling bestaat hier uit kalkgyttja en kleiïg bosveen.

Benedenstrooms van Zagreb is het dal van de Sava breed. De rivier stroomt hier door het vruchtbare Slavonië en het zuidelijk deel van de Vojvodina. Aan weerszijden van de rivier liggen brede stroken alluviale gronden. De totale breedte bedraagt soms 40 à 50 km. Grote delen van het gebied overstromen nog geregeld. De alluviale afzettingen worden in het algemeen door terrasafzettingen begrensd. Op verschillende plaatsen waren bij de Sava en andere rivieren de terrasranden die zich duidelijk in het landschap aftekenen, zeer fraai te zien.

Vojvodina.

Ook hier komen langs de rivieren, de Donau en de Tisa, brede stroken alluviale gronden voor, door terrasranden begrensd. De rest van het gebied is bedekt met een dikke laag loess, die aansluit bij het Hongaarse en Roemeense loessgebied. Het loessgebied is een onafzienbare, zwak golvende vlakte, doorsneden door enkele kleinere rivierdalen. Het noordelijk deel van Backa, tegen de Hongaarse grens, bestaat uit zand. Ook in het zuidelijk deel van de Banaat komt een groot stuifzandgebied voor, Deliblatska Pescara.

Sumadija.

Zuidelijk van Beograd strekt zich een heuvelachtig gebied uit, Sumadija, behorend tot het stroomgebied van de Morava. Grotendeels bestaat het uit oude kleigrond, meerafzettingen uit het tertiair. Honderd jaar geleden was dit heuvelgebied nog voor een groot deel bebost, welk bos sindsdien gerooid is. Het is nu een landschap van akkers en boomgaarden. De kleigronden van dit gebied zijn gevoelig voor erosie. Tijdens de excursie konden over een grote afstand de desastreuze gevolgen waargenomen worden van enkele hevige regenbuien.

IV. DE BESCHRIJVING VAN DE VERSCHILLENDE BODEMEENHEDEN.

a. INLEIDING.

Alvorens met de behandeling van de afzonderlijke bodemgroepen aangevangen zal worden, moet eerst op een aspect van de bodemvorming de aandacht gevestigd worden dat in verschillende groepen een rol speelt.

Door Prof. Nejgebauer werd de theorie naar voren gebracht, dat de ophoping van humus en wel vooral de zwarte humus in verschillende profielen, vooral te danken is aan een beperkte biologische activiteit. Een grote en langdurige biologische activiteit leidt volgens hem tot geringere humushoeveelheden, die meest bruine humus zijn. Bij de Chernozems is de tijd van de biologische activiteit beperkt door:

a. de koude winters,
b. de droge zomers.

In de zwarte, zware, lage gronden (smonitza's) is naast het grote vochtoverschot in de winter (+ de koude) de droge zomer beslissend. Voor de Rendzina's, die zich vooral op zuivere kalksteen fraai vormen, ligt de oorzaak in de vrij koude winter en de zomerdroogte, die hier meer edafische dan klimatologische oorzaken heeft. Men kan deze theorie ook uitstrekken over de veen- en venige gronden, waar de overmaat van vocht steeds een belangrijke factor is om de biologische activiteit te drukken en de podzolen, waar het chemisch milieu vaak niet gunstig voor een hoge biologische activiteit is.

In de Gray-Brown Podzolic, de Brown Forest Soils en de Terra Rossa, waarbij een vrij langdurige tijd voor biologische activiteit optreedt, zijn de humusgehalten laag. Ook in zware lage gronden, die zomers wel een gunstig klimaat voor een microbiologische activiteit hebben is het humusgehalte vaak vrij laag, zoals in vele rivierkomgronden.

Met behulp van deze theorie kunnen vele verschijnselen worden verklaard. Het is echter uit de aard der zaak slechts één facet van de vele invloeden die tezamen de bodemvorming en daarmede de humusophoping en humusvormen beïnvloeden.

b. VEEN- EN GLEYGRONDEN.

Onder deze groep worden alle gronden besproken, die gevormd zijn onder invloed van een overmaat aan water (hydromorfe gronden). Ze dragen daar duidelijk de kenmerken van, die zich vooral uiten in het voorkomen van grijze reductiekleuren op enige diepte in het profiel en soms duidelijke roestafzettingen (gley), die zowel direct onder het maaiveld als op enige diepte in het profiel kunnen beginnen.

1. Indeling

a. Algemeen.

Al naar de mate, waarin profielontwikkeling heeft plaatsgehad kunnen de natte gronden in enkele groepen onderscheiden worden. We zullen bij de indeling in eerste instantie uitgaan van het nieuwe Amerikaanse systeem. ')

') Outline 1954: Outline of a scheme of Soil Classification for European discussion (Agendastuk Subgroep F.A.O.- for Soil Classification and Survey in Europe 1st meeting Gent).

Op het hoogste niveau in deze indeling worden o.a. onderscheiden (nummering volgens het Amerikaanse systeem):

1. Minerale gronden zonder profielontwikkeling
2. Minerale gronden zonder humus, sesquioxyde of textuur B, maar met een zwakke A1
4. Minerale gronden met AC profielen met een chernozemachtige A1 (tot deze onderscheiding behoren nog andere profielen die hier echter thans niet ter zake doen)
11. Organische gronden, gevormd onder natte omstandigheden en met meer dan 30% humus tot een dikte van meer dan 30 cm.

Voor de indeling van de natte minerale gronden zijn speciaal van belang binnen deze indeling de volgende groepen (niveau V):

1.132 Minerale (alluviale) gronden zonder duidelijke A1 (CG gronden)
2.131 Minerale (alluviale) gronden met een zwakke A1 ((A)CG gronden)
4.131 Minerale gronden met een chernozemachtige A1 met een sterk grijze ondergrond onder de A (chroma 1 of minder, of geler dan 10 YR, met roestspikkels) (ACG gronden).

b. De Joegoslavische indeling.

De indeling van de natte gronden door de Joegoslaven geschiedt in hoofdzaak als volgt:

Veengronden
alluviale gronden
smonitza's
ritske crnice
livadske crnice

Onder alluviale gronden worden zowel minerale gronden zonder profielontwikkeling als gronden met een zwakke A1 ondergebracht.

De natte minerale gronden met een donkere A1 (ACG profielen) (zie 4 van de Amerikaanse indeling) worden in de literatuur in drie groepen onderverdeeld:

1. ritske crnice
2. livadske crnice
3. smonitza's

Wat de eerste twee onderscheidingen betreft, berust de indeling hoofdzakelijk op een verschil in de mate waarin het water invloed op de profielontwikkeling heeft gehad.

De ritske crnice zijn in het algemeen profielen, die zeer sterk onder invloed van grond- of overstromingswater zijn gevormd. Ze hebben vaak daardoor in de A1 een vrij hoog humusgehalte. De Engelse vertaling van ritske crnice luidt dan ook: black mineral swampy soils.

De livadske crnice daarentegen zijn nog wel onder invloed van het grondwater gevormd, maar deze invloed is minder groot geweest. Het grondwater is minder hoog in het profiel opgelopen. Ze zijn daardoor in het algemeen wat minder humeus dan de ritske crnice. De Engelse vertaling van deze term luidt: dark meadow soils.

Overigens is er geen onderscheid tussen deze beide onderscheidingen. Beide kunnen zowel kalkrijk als kalkarm zijn en van zeer verschillende zwaarte. Komen ze naast elkaar voor, dan zijn de ritske crnice over het algemeen vanwege hun lagere ligging zwaarder.

Het onderscheid van de smonitza's t.o.v. de beide overige groepen ligt op een wat ander niveau. Nejgebauer omschrijft de smonitza's als een speciaal type van de ritske crnice en wel de zeer zware met zeer dichte structuur.

Oorspronkelijk is de naam smonitza alleen gegeven aan zeer zware natte profielen met een A-horizont op tertiaire meerbodem. Later is dit begrip uitgebreid tot alle denkbare ACG profielen met een zwarte A1 op zeer zware kleiafzettingen met een zeer dichte structuur. De smonitza kan dus zowel op tertiaire meerbodems als op alluviale rivierkleigronden als in depressies in het loesslandschap voorkomen.

Samenvattend kan de Joegoslavische indeling van de ACG-profielen met een donkere bovengrond als volgt weergegeven worden:

smonitza's — zeer zware, zeer lage gronden — rivierklei, loess, tertiaire meerbodem

ritske crnice — andere zeer lage gronden (met humusrijke tot venige A1) — rivierklei, loess

livadske crnice — lage gronden (met humeuze A1) — rivierklei, loess

De natte gronden zullen nu naar het volgende schema besproken worden:

a. veengronden (no. 11 van het Nieuwe Amerikaanse systeem)
b. natte minerale gronden zonder profielontwikkeling (CG-gronden) en natte minerale gronden met een zwakke A1 zonder humus, sesquioxyde of textuur B ((A)CG-gronden) (1.132 en 2.131 van het N.A.S. en de alluviale gronden van de Joegoslaven)
c. minerale gronden met AC-profielen met een donkere A1 (A1-CG-gronden) (4.131 van het N.A.S.), onderverdeeld volgens de Joegoslavische indeling in: 1. smonitza's, 2. ritske crnice, 3. livadske crnice.

2. Beschrijving van de tot de veen- en gleygronden behorende bodemeenheden.

a. Veengronden

Voorkomen.

In een vallei ten zuiden van Ljubljana kwam veen op kalkgyttjagronden voor over grote oppervlakten. Ze werden verschillende malen op vrij grote afstand van elkaar aangeboord. Waarschijnlijk bestond het gehele midden van de vallei uit deze gronden. Langs de randen lagen hogere rivierafzettingen, voornamelijk bestaande uit grofzandige zavelige afzettingen van wisselende dikte op grof zand en grind.

Morfologie.

Alle bestudeerde profielen bestonden uit een laag van 30 à 40 cm geoxydeerd zwart kleihoudend veen op grijswitte kalkgyttja (zie profiel no. 1). De dikte van het veen was zeer uniform, alleen in kleine verlande stroompjes werd een iets grotere dikte geconstateerd.

De enige uitzondering op dit type werd gezien langs een vrij breed riviertje, waarlangs zich een smal oeverwalletje van ca. 15 à 20 m breed bevond. Het profiel bestond hier geheel uit vrij donkere, humeuze, slappe klei.

Landbouwkundige bijzonderheden.

Op de hoger gelegen randstrook van de vallei werden de zavelige afzettingen nagenoeg geheel als bouwland gebruikt. Daar lagen ook de dorpen. Opvallend was de vele nieuwbouw van boerderijen en schuren sinds de oorlog. De gehele strook maakte een zeer welvarende indruk.

In het komgebied kwam op de veengronden nagenoeg alleen onbemest grasland voor, dat op vele plaatsen tekenen van wateroverlast vertoonde. Alleen op de overgang naar de hogere gronden werd nog wat bouwland aangetroffen (gewassen: boekweit, aardappelen, spelt, mais, rogge, sla, bonen, kool). De stand van de gewassen was slecht, meestal ten gevolge van wateroverlast.

b. Minerale gleygronden zonder bodemontwikkeling en met een zwakke A1 (CG en (A)CG gronden)

Deze gronden worden bij elkaar besproken, omdat ze niet duidelijk te onderscheiden zijn. Ze werden tijdens de excursie op twee plaatsen bezichtigd:

1. In een drooggemaakte binnenzee in Istrië.

Voorkomen.

Deze binnenzee in Istrië werd in de jaren 1928-1935 door de Italianen door middel van een syphon van ca. 9 km lengte naar de zee drooggelegd en in cultuur gebracht.

Profielontwikkeling.

Er was nagenoeg nog geen profielontwikkeling in deze gronden opgetreden. De bovenste 60 cm waren zeer zwak humeus en van enig kleurverschil met de ondergrond was geen sprake (zie profiel 2). De profielen bestonden in hun geheel uit zeer koolzure kalkrijke klei (40% <2 mu), kalkrijk dank zij de kalksteenformaties in de omgeving. In een iets lager gedeelte van het terrein werden dezelfde profielen aangetroffen met een iets humeuze bovengrond van 0-30 cm (kleur: 5Y5/2.5).

Landbouwkundige bijzonderheden:

De gehele binnenzee is ca. 5000 ha groot (5 bij 10 km) en in rechte blokken verkaveld. Daartussen lopen rechte met populieren beplante wegen en weteringen.

Het gehele complex is staatseigendom. Er komt meest bouwland, maar ook grasland voor.

Ondanks het feit, dat hier ca. 1200 mm neerslag per jaar valt, treedt in de zomer bij sterke verdamping en nagenoeg geen neerslag sterke verdroging op. Irrigatie is daarom zeer gewenst. Een reeds door de Italianen opgesteld plan is bij gebrek aan middelen nog niet uitgevoerd.

2. In de vlakte van de Sava en in andere riviervalleien.

Voorkomen.

Langs grote en kleine rivieren in Slavonië en in Kroatië komen meer of minder zware, recent gevormde kleigronden voor, die deels nog regelmatig overstroomd worden. Tijdens de excursie werden ze voornamelijk bestudeerd in de vallei van de Sava, ca. 70 km oostelijk van Zagreb.

Profielontwikkeling.

De profielen in deze rivierkleigronden gelijken veel op de onder a. beschreven profielen. Ze hebben slechts een zwak humeuze bovengrond, die geen kleurverschil met de ondergrond vertoont. Zowel kalkarme als kalkrijke komen voor, al naar de omstandigheden, waaronder ze afgezet zijn en het materiaal, dat door de rivier aangevoerd wordt.

De Sava-vlakte bestaat grotendeels uit zware tot zeer zware kleigronden. Aan de rand van de vallei hebben ze ca. 30% <2 mu, meer naar het midden worden ze al gauw zwaarder (40% <2 mu) terwijl ze op ca. 2 à 3 km van de rand zeer zwaar zijn (60 à 70% <2 mu). Overigens is binnen het profiel de variatie in de zwaarte tot 1.20 m uiterst gering. Al deze gronden zijn kalkloos. De kleur varieert van boven naar beneden zeer weinig (10YR à 2.5Y5/1-5/2). Boven in de profielen komt zeer veel roest voor, die naar beneden geleidelijk afneemt (zie profiel 3). Bij droogte scheurt de bovengrond sterk. Talrijke vrij grote krimpscheuren waren duidelijk zichtbaar. Het geheel lijkt zeer veel op de in de Betuwe voorkomende kommen met de zware komkleien.

In deze vlakte komen enkele afwijkende profielen voor en wel op de oeverwallen van kleine stroompjes en in verlande beddingen van komafvoergeultjes zonder oeverwallen. De oeverwallen van een sterk meanderend stroompje met een breedte van 4 à 5 m waren slechts smal en staken iets boven de rest van het terrein uit. In de buitenbocht werd profiel 4 beschreven. Het bestond uit klei met een gehalte van 45-50% <2 mu en was zwak kalkhoudend. De klei uit de kom er vlak bij bevatte 60% <2 mu en was kalkloos. Het profiel in de binnenbocht was hieraan gelijk met uitzondering van de dikte van de bruine bovengrond, die hier slechts 20 cm bedroeg.

In een verland komafvoergeultje (ca. 1 m breed) werd een profiel geboord, dat gelijk van zwaarte was als de profielen in de omgeving, maar het was in zijn geheel iets donkerder van kleur.

Vegetatie.

In de vlakte op profielen met ca. 40% <2 mu: Potentilla (kruipende), Ranunculus, Poelruit, Zuring, Kleine waterweegbree, Kattestaart (Lythrum), Muntsoort, Heliocharis (Naalsbies), Breedbladige weegbree, Zeggen (in pollen van 1-2 m middellijn), Waterkers (Cardamine), Moerasandoorn, Zwanebloem (Umbellatus Butormus), Watertorkruid (Oenanthe) vrijwel geen grassen.

In de vlakte op profielen met ca. 60% <2 mu: dezelfde vegetatie, maar meer kattestaarten, zwanebloemen en biezen.

Oeverwalletje van klein stroompje: veel engbloem, asperge, brem en wilg.

Restant moerasbos: Boometage: uitsluitend essen (nogal open). Ondergroei: Bodem niet overal door vegetatie bedekt, plaatselijk zwart. Moeraswederik, Waterpeper, Moeraswolfsmelk, Allium spec., Veldkers (of Waterkers). Soort Andoorn (niet inheems in Nederland), Tandzaad, Moeraswalstro, Iris pseudoacorus, Munt, Breedbladige weegbree, Moerasandoorn, Bitterzoet, Carex spec., Bremsoort en Warkruid.

Diverse opmerkingen.

De gehele vlakte staat 's winters onder water. Op één plaats werd aan de boomstammen geconstateerd, dat de hoogte van het water in de winter tot 2 à 2½ m boven maaiveld kan oplopen.

Oorspronkelijk is de gehele vlakte met moerasbos begroeid geweest. Restanten daarvan zijn hier en daar nog aanwezig (zie vegetatie). De rest is ca. 40 à 50 jaar geleden gekapt.

Momenteel bestaat het grootste deel van de vlakte uit grasland, dat niet bemest wordt. Het gevolg is, dat er nagenoeg geen grassen voorkomen (zie vegetatie). Het merendeel van het grasland wordt gebruikt om kudden paarden en vee te grazen; aan de rand, dichterbij de dorpen, wordt ook wel gehooid.

De ontsluiting van het gebied is zeer gebrekkig. Nagenoeg alleen onverharde landwegen komen voor.

Behalve de restanten moerasbos, die verspreid voorkomen en de wilgenstruiken langs de kleine stroompjes, is de gehele vlakte vrijwel boomloos.

c. Minerale gleygronden met een donkere A1 (ACG-gronden).

Ontstaan.

Onder speciale klimaatsomstandigheden ontstaan in lage kleigronden profielen met een zwarte tot zwartgrijze bovengrond van soms zeer grote dikte. Voor de vorming van deze zwarte humus zou volgens Nejgebauer aansprakelijk zijn het feit, dat er slechts gedurende korte tijd van het jaar een actief biologisch leven in de bodem optreedt (zie inleiding).

Bij de lage gronden is het profiel in de winter zeer nat of overstroomd en in een semi-aried tot semi-humied klimaat in de zomer sterk uitgedroogd door grote verdamping.

Morfologie.

Zoals uit het hiervoor vermelde volgt, hebben al deze gronden een meer of minder dikke, zwarte tot zwartgrijze A-horizont op een sterk door grondwater gebleekte CG-horizont, waarin al naar de omstandigheden in de A- en in de CG-horizont roestvlekken voor kunnen komen.

Het moedermateriaal kan zeer verschillend zijn zoals kleigronden van verschillende zwaarte, loessgronden, meerbodemafzettingen. Het kan zowel kalkrijk als kalkarm zijn.

De humusgehalten van de bovengrond schommelen in de minst humeuze profielen om ca. 4 à 6%. Er kunnen echter ook veel humeuzere voorkomen met 9 à 11% humus. Het humusgehalte hangt o.a. sterk af van de stand van het grondwater. De natste profielen zijn het meest humeus.

Vorming van klei en/of humus B's heeft niet plaatsgehad. Wel kan in sommige profielen de kalk deels uit de bovengrond gespoeld en in een bepaalde laag geconcentreerd zijn. Dit komt o.a. voor bij de smonitza's (zie later), maar ook wel in alluviale rivierkleigronden (zie profielen langs de Sava).

De kleur van de A-horizont is meestal 10YR à 2.5Y3/1 of zwarter

d. Smonitza's

In Servië komen op zeer verschillende plaatsen valleien voor, die beschouwd worden als meren of zeeën uit het Tertiair. Deze zijn later drooggevallen en bestaan momenteel uit zeer zware kleigronden (zie ook onder III).

Op een gedeelte van deze kleigronden zijn ACG-profielen ontwikkeld met een zwarte A-horizont. Deze profielen worden algemeen, ook in de literatuur, smonitza's genoemd.

Profiel no. 5 werd gedemonstreerd als een goede vertegenwoordiger van de smonitza's. Men ziet hieruit dat ze een zeer dichte structuur hebben en daardoor erg ondoorlatend zijn.

Er bestaan zowel kalkrijke als kalkarme. De kalkarme kunnen zo afgezet zijn, maar kunnen ook ontstaan zijn door kalkuitspoeling uit kalkrijk afgezette profielen. De bovengrond is dan kalkloos, maar de ondergrond zeer kalkrijk, terwijl in de ACG of de CG een duidelijke kalkaanrijkingshorizont voorkomt.

Hoewel de A-horizont meestal een zeer donkere kleur heeft, is het humusgehalte meestal niet hoger dan 5 à 6%. Ook 2 à 3% in de gehele A-horizont komt voor.

Landbouwkundig zijn het meestal zeer moeilijke gronden. Ze hebben vaak last van te veel aan water in het voorjaar en na zware regenbuien zijn ze zeer moeilijk bewerkbaar. In Joego-Slavië wordt algemeen aangeraden meer organische stof in het profiel te brengen o.a. door gras of leguminosen in de vruchtwisseling op te nemen en regelmatig met organisch materiaal te bemesten.

Smonitza's zijn arm aan fosfaat (<3 m gr P_2O5 per 100 gr grond) en zouden volgens de literatuur sterk fosfaat fixeren. Hun kali-gehalte is vrij hoog (10 tot >25 mgr K_2O per 100 gr grond).

In Zuid Servië, in de nabijheid van Vranje zijn smonitza's beschreven [1]), die allerlei overgangen naar Brown forest en Gray brown

[1]) Jovanović O en Popović Z: The general view in the smonitza/black soils/ of Vranje Valley. Soil and plant, Beograd 1952, No. 2 sept.-dec., pag. 264 e.v.

podzolic soils vertonen. Ze zijn soms min of meer gepodzoleerd en krijgen bruinere kleuren of nuanceringen in de bovengrond. Daarnaast komen ook nog kalkrijke en kalkloze echte smonitza's voor.

Zoals uit de toelichting op de Joegoslavische indeling blijkt worden tot de smonitza's alle zeer zware zeer dichte zwarte natte gronden gerekend, b.v. ook die in de vlakte van de rivieren voorkomen.

Een voorbeeld van een dergelijk profiel werd bezichtigd in het gebied van de chernozem (Vojvodina) op ca. 1 km ten oosten van de Tisa bij Šenta (zie no. 7).

Dit profiel was in een vrij vlak terrein tussen de Tisa en een ca. 5 km oostelijker gelegen terraszand van enkele meters hoogte gelegen. Het zou gevormd zijn onder invloed van kalkarm overstromingswater uit de Karpaten en water uit de Tisa. Het land stond gedurende de winter onder water en droogde in de zomer sterk uit. In dit milieu ontstonden kalkarme kleigronden met een meer of minder zwarte A.

Profiel 7 is waarschijnlijk mede onder invloed van de plantengroei (riet-carex) bij een langzame ophoging door slib gevormd. Het gehele profiel lijkt tot ca. 90 cm diepte op een laklaag in de Nederlandse komgronden, zowel wat zwaarte, kleur als structuur betreft. Het is een zeer dichte, slecht doorlatende grond. In deze natte zomer vertoonde de mais verschijnselen van wateroverlast, waardoor vrij veel open plekken voorkwamen. Na enig opdrogen ontstond in de bovengrond een groot aantal kleine krimpscheurtjes.

In het profiel kwamen op enige diepte vele gipskristallen voor. Dit wijst er op, dat dit profiel al een overgang vormt naar de in dit gebied eveneens voorkomende zoute gronden.

Eveneens kan verwezen worden naar een soortgelijk profiel bij Sabač langs de Sava, beschreven door Dr. Sonneveld (zie profiel no. 11). Opmerkelijk is hier het verschil met de meer westelijke profielen langs de Sava (zie CG-profielen).

Ten slotte kunnen smonitza's ook op loess gevormd worden, nl. in depressies, waarin zwaar materiaal is samengespoeld. Het komt dan ook in de Vojvodina op grote schaal complex met de chernozem voor (zie Nejgebauer V: "Soil Map of Vojvodina with a short key to it". Novi-Sad 1953).

e. Ritske crnice en Livadske crnice

Zoals uit hetgeen over de Joego-Slavische indeling gezegd is, blijkt, is er tussen deze beide groepen alleen een onderscheid in ligging t.o.v. het grondwater. Ze komen daarom vaak naast elkaar voor en zullen hier dan ook tegelijk besproken worden.

Door Dr. Sonneveld werden in 1954 enkele profielen langs de Sava bij Sabač beschreven (zie profielbeschrijvingen 8, 9, 10).

Het verschil met de profielen langs de Sava meer westelijk (zie onder (A)CG profielen) is duidelijk, vooral in de lage zware komgronden (zie smonitza). Deze hebben ca. 250 km westelijker nog geen duidelijk ontwikkelde A-horizont. Hier hebben ze een zwarte A1, die zeer dik is (zie profiel 9). Het humusgehalte is hoog. Ook de zware stroomgronden hebben een donkerder en beter ontwikkelde A1.

Waarschijnlijk is dit verschil alleen te wijten aan een verschil in klimaat. Het klimaat is hier 's zomers veel droger (sterkere verdamping) en 's winters koude. We komen hier ook al dicht in de buurt van de chernozem. Voorts verwijzen we naar hetgeen in de Inleiding vermeld werd.

Er is nog een belangrijk verschil met de meer westelijk voorkomende Sava-rivierkleigronden. Die bij Sabač zijn nl. kalkhoudend tot kalkarm bovenin en op enige diepte kalkrijk, terwijl de eerder behandelde, alle kalkloos tot kalkarm waren. We denken hierbij aan invloed van water

uit zijrivieren, te meer daar volgens Tanasijevic en Pavicevic[1]) iets noordelijker eveneens kalkarme rivierkleigronden voorkomen en elkaar langs de Sava vrij geregeld afwisselen.

De hogergelegen zware stroomgronden zijn hier het duidelijkst ontkalkt. Op enige diepte komt in alle profielen, ook in de zware lage komgronden een kalkverrijkingshorizont voor, bestaande uit kalkconcreties.

Door ons werd nog een soortgelijk profiel in de nabijheid van Futog, ca. 15 km westelijk van Novi-Sad, aan de rand van de Dunav (= Donau) vlakte beschreven. De afstand tot de Dunav bedraagt hier nog enkele kilometers. Het maaiveld is egaal en vertoont vrijwel geen hoogteverschillen. De vlakte helt langzaam naar de Donau af.

Het hier beschreven profiel (zie 11) is kalkrijk en vrij licht. Veel lichter nog dan de bij Sabač beschreven profielen. Het wordt door de Joego-Slaven ingedeeld bij de livadske crnice (voor indeling zie eerder). Desondanks is de A-horizont goed ontwikkeld en zwarter dan bij de zware stroomgronden bij Sabač. We zijn hier in het semi-aride klimaat gekomen, in het gebied van de chernozem. De rivierkleiprofielen bij Sabač liggen dus echt in een overgangsgebied tussen de (A)-CG-profielen in de rivierklei en de ACG-profielen in dezelfde afzetting langs de Dunav bij Novi-Sad.

Soortgelijke profielen worden ook door Nejgebauer[II]) beschreven op een alluviaal Dunav-terras bij Kupussina, ca. 50 km zuidelijk van de Hongaarse grens. Deze streek isgekenmerkt door een voortdurende afwisseling van ruggetjes en laagten. Op de ruggetjes, die uit lichtere kleien bestaan, zijn profielen met een grijszwarte A tot een dikte van 50 à 60 cm ontstaan onder invloed van grondwater op niet te grote diepte. In de laagte zware kleigronden met een donkere A, die minstens 50 à 60 cm dik is, maar vaak dikker. Ze zijn vrij slecht van structuur en staan onder invloed van overstromingswater.

Het humusgehalte in de A-horizont bedraagt voor de lichtere profielen op de ruggetjes 5-7%, voor de zware profielen in de laagte 5-11%. Ze zijn beide zeer kalkrijk.

Zowel op de ruggetjes als in de laagte komt op enige diepte (50 cm of dieper) puur fijn zand voor.

Behalve in rivierkleigronden komen ritske crnice en livadske crnice ook voor in depressies in het loesslandschap van Vojvodina, waar zich op de hoogten chernozems hebben ontwikkeld. Chernozems en gleygronden wisselen elkaar vaak af. Nejgebauer[III]) karteerde zowel catena's van chernozem met riske crnice als chernozem met livadske crnice. Deze catena's beslaan een belangrijk deel van de oppervlakte van Vojvodina, waaruit blijkt, dat deze natte gronden in nagenoeg de gehele provincie voorkomen.

De opeenvolging van laag naar hoog in het loessgebied bestaat derhalve uit ritske crnice - livadske crnice - chernozem (m.i.b. hydrogene). Voor zover tijdens de excursie nagegaan kon worden, ligt de scheiding tussen livadske crnice en chernozem ongeveer daar, waar binnen 1 m geen grondwaterverschijnselen meer voorkomen.

---

[1]) Tanasijevic, D. en Pacicevic, N.: Soil cover of the Mačva, Pocerina en Jadar regions, Beograd 1953.

[II]) Nejgebauer, V.: Agricultural and Hydropedological properties of soils in the alluvial terrass of the Danube between Kupussina and Bachky Monoshtor". Proc. of the Matista Srpska, no. 4, Novi-Sad, 1953.

[III])Nejgebauer, V.: Soil map of Vojvodina with a short key to it. Novi-Sad, 1953.

De ritske ornice zijn dikwijls zeer humeus (10 à 12%) (bovenin). De dikte van de A-horizont bedraagt vaak meer dan 1 m. De livadske ornice zijn minder humeus (5 à 7%), maar hebben eveneens nog een dikke A-horizont (tot 1 m toe).

Zowel kalkrijke als kalkloze komen van beide typen in Vojvodina voor. De kalkloze zouden volgens Nejgebauer ontstaan zijn onder invloed van overstromingswater, de kalkrijke alleen onder invloed van grondwater.

Voor meer gedetailleerde gegevens verwijzen we naar profiel 12. Het betreft een zeer lichte, zandige ritske ornice, waarin nog een meerbodem (kalkgyttja) onder de A-horizont voorkomt. Dit profiel was gelegen in een depressie temidden van zandige rivierduinen, waarop chernozems zijn ontwikkeld (zie ook aldaar).

c. CHERNOZEM

1. Genese

De chernozem- (of letterlijk zwarte aarde) gronden komen voor in steppegebieden met een semi-aried tot semi-humied continentaal klimaat. In het algemeen wordt het ontstaan (de vorming) toegeschreven aan klimaatsfactoren; droge zomers en koude winters. Niet alleen de totale neerslag hoeveelheid (in Vojvodina 550-650 mm p.j.) is doorslaggevend. Door de zomerdroogte, die voornamelijk het gevolg is van hoge temperaturen en sterke verdamping, droogt de grond diep uit, zodat de organische stof niet kan worden afgebroken en accumulatie optreedt. Tijdens de winter is het bacterieleven eveneens weinig actief. In het voorjaar is er wel een actief bacterieleven, dat een grote invloed heeft op de vorm, waarin de humus voorkomt, maar niet tot algehele afbraak van de organische stof leidt.

In het voorjaar komt onder vochtige, vrij rijke omstandigheden een vegetatie van steppegrassen tot ontwikkeling. Door een uitgebreid en diepgaand wortelstelsel wordt de bodem met veel organische stof verrijkt. Het zuivere chernozemprofiel vormt zich buiten de directe invloed van het grondwater. Het optimum van de steppe-ontwikkeling ligt wellicht in een vroegere geologische periode (Boreaal), momenteel is het klimaat relatief vrij vochtig (Stebutt, 1930).

Verschillen, die in de chernozemontwikkeling (zonaal) voorkomen, moeten (voor een deel) aan klimatologische verschillen worden toegeschreven. Meer vocht geeft sterker vegetatieontwikkeling en meer humus. Te vochtig geeft echter ook afbraak van de humus, uitloging en structuurverval. Te droog verhindert de ontwikkeling van een sterke begroeiing en geeft minder humus. De grond is door de geringe uitloging basenrijker (o.a. nitraten).

Het substraat speelt ook een rol in de ontwikkeling van chernozem in Vojvodina. Dit bestaat in de gebieden van de zwarte aarde grotendeels uit zeer kalkrijke loessafzettingen van kwartaire ouderdom. Er is eolisch plateauloess en fluviatiel beinvloede terrasloess, waarvan het kleigehalte iets hoger is. De kalk werkt stabiliserend op het complex. Omzetting en uitloging van sesquioxyden vinden niet plaats. De verdeling van SiO_2, Al_2O_3 en Fe_2O_3 over het profiel is dan ook zeer gelijkmatig. Ca en Mg worden niet, K- en Na-zouten worden wel uitgeloogd. Het gevolg is, dat het adsorptiecomplex praktisch verzadigd is. Het sterk adsorberend vermogen hangt voor een deel samen met het kleimineraal, dat kenmerkend is voor chernozem en in het alkalisch milieu is ontstaan.

De humus wordt stabiel genoemd. Het N-gehalte van de humus is relatief hoog en hoger dan 5%. Dit is een kenmerk van ariede gronden. Dit kan verband houden met een krachtiger proteine synthese door microben

Morfologie

Chernozem heeft een A-(AC)-C-profiel. De meest opvallende eigenschap is de donkere diep humeuze A-horizont. De humusgehalten hiervan bedragen van ca. 4 tot ca. 15%. Er bestaat een geleidelijke afneming van het humusgehalte van boven naar beneden. De humus komt als huidjes en in kleine holten op de aggregaten voor.

Het materiaal heeft een kruimelige korrelstructuur. De grootte der korrels bedraagt 1 tot enkele (2 à 3) mm. Volgens onze waarnemingen is het materiaal in de A-horizont naar beneden iets vaster en stijver en komen afgerond hoekige blokjes tot iets prismatische vormen voor. De zwelling bij bevochtiging is gering (veel Ca a/h complex).

Het materiaal bevat bij de typische chernozemprofielen in de bovengrond minstens een paar procent kalk en naar beneden eerst een toenemend gehalte, daarna weer iets afnemend. Er is dus een laag aanwezig, die met koolzure kalk verrijkt is; de kalk is in deze laag (het onderste deel van de A tot in de C-horizont) dikwijls als kalk "mycelium" aanwezig. Ook komen krotovina's voor, al dan niet opgevulde holten van mollen en andere bodemdieren. Deze worden als zeer kenmerkend voor chernozemgronden beschouwd.

In de chernozemgronden komen vaak onder in de A-horizont bruine kleuren voor (3/3, 4/3, 5/3, 6/3, 6/4). Dit is in Vojvodina ook vaak het geval (zie bv. profiel 17, 19 en 20). Volgens Kubiëna (1953) en volgens de Joegoslavische onderzoekers moet dit als een degradatie-verschijnsel worden beschouwd. De verbruining zou van onderen af plaatsvinden. Men zou kunnen stellen, dat het vochtiger milieu in de ondergrond bevordelijk is voor de microbenactiviteit, waardoor deze degradatieverschijnselen hier mogelijk eerder zullen worden waargenomen. Het is echter ook mogelijk, dat de chernozem zich in een bruine bosgrond ontwikkeld heeft, zodat van een superpositie sprake is. In beide gevallen zou een klimaatsverandering oorzaak van het verschijnsel zijn.

2. Voorkomen in Joegoslavië

De chernozemgronden worden aangetroffen in Vojvodina, Slavonië en bij Belgrado ten zuiden van de Donau in tamelijk open vlakten met zacht golvend reliëf. Hier wordt hoofdzakelijk de akkerbouw beoefend met als voornaamste gewassen: granen, maïs en op kleinere schaal tabak, tomaten, e.d. In het jaar van de excursie was de neerslag in het groeiseizoen betrekkelijk groot geweest en de stand van de gewassen daardoor goed. In andere jaren lijden de gewassen echter veel door watertekort, zodat plannen worden uitgewerkt voor irrigatie. Bodemkaarten van Vojvodina (1:400.000) (Nejgebauer, 1953), het gebied ten zuiden van Belgrado (1:50.000, opname 1:25.000; Tanasijevic en Pacicevic, 1953) en dat ten zuiden van Srem Mitrovia (1:75.000; Tanasijevic, Sandic en Pacicevic, 1951) geven een beeld van het voorkomen van de chernozemgronden. Het gebied in Vojvodina wordt op ca. 50% van de totale oppervlakte geschat.

De zwarte aarden komen in nauw verband met andere bodemtypen in complexen voor, bv. samen met zwarte weidegronden. Ze zijn dan ook in Vojvodina ten dele als catena's gekarteerd. Hieruit volgt onmiddellijk, dat naast het klimaat andere factoren bij de vorming een rol spelen. Belangrijk zijn reliëf en hydrologisch milieu. In de depressies komen de reeds behandelde zwarte weidegronden en zwarte kalkhoudende moeraskleigronden (zie IVb) voor. Iets hoger komen de chernozems voor met gleyverschijnselen in de diepere ondergrond, zogenaamde hydrogene chernozems (profielen 13 en 16) en zwarte weidegronden met chernozeminslag. Deze kunnen naar ons gevoel reeds als een variant van echte chernozems worden beschouwd. De hydrogene typen worden in de literatuur (Stebutt, Nejgebauer) beschreven als diep humeus, hetgeen ook door ons werd opgemerkt bij in de-

pressies voorkomende chernozemprofielen. Hoger op de helling bleek de humeuze laag aanzienlijk geringer. De verklaring kan zijn, dat het hydrologisch milieu een rol speelt, nl. door een grotere bodemvochtigheid, een krachtiger grond van grassen tengevolge heeft, waardoor de humusvorming wordt bevorderd. Daarnaast lijkt het niet uitgesloten, dat de diep humeuze profielen door colluviatie kunnen zijn ontstaan.

Het feit, dat chernozemgronden op loess en stuifzand werden aangetroffen, wordt bevestigd door uit de literatuur bekende gegevens, dat de vorming op uiteenlopend moedermateriaal mogelijk is en niet uitsluitend aan loess gebonden is. Dit geldt echter speciaal voor de centrale delen van het chernozemgebied en niet voor de randgebieden. Zoals uit een publikatie van Tanasijevic en Pacicevic (1953) blijkt, is de zwarte aarde in het gebied ten zuiden van Srem Mitrovica (ten zuiden van de Sava) wel beperkt tot de middelzware gronden. Op de wat zwaardere gronden ontstaan hier gronden, die tot de Gray Brown Podzolics en Brown Forest Soils worden gerekend. Uit eigen waarnemingen aan een profiel bij Novi-Sad blijkt bovendien, dat op de zanden waarschijnlijk gronden ontstaan, die tot de Brown Podzolics moeten worden gerekend.

De chernozemprofielen op zand bij Subotica in het centrum van het zwarte-aardegebied zijn slechts weinig uitgeloogd. De koolzure kalk is tot in de bovengrond aanwezig. Wel valt de verbruining onder in de A-laag sterker op dan bij de meeste chernozems op de loess. Op het stuifzand bij Subotica tegen de Hongaarse grens aan kon ook een jong profiel onder een bosopstand, worden bestudeerd. De grond was vergraven en het oude profiel was diep weggewerkt en misschien gedeeltelijk afgevoerd. Volgens onze begeleiders was dit ca. 100 jaar geleden geschied. Het leek ons echter, dat een en ander van recenter datum was. Er had zich op het nieuwe profiel een dunne A1 gevormd van 10 cm dik met als kleur 10YR3/2. De ondergrond had als kleur 10YR6/3. De basenbezettingsgrond was waarschijnlijk hoog, daar de grond tot bovenin koolzure kalk bevatte. Verwacht mag dus worden, dat het C/N-quotiënt ook vrij laag is. Op grond van kleur, basenbezetting en C/N-quotiënt zou volgens het Nieuwe Amerikaanse Systeem (Outline 1954) deze bovengrond waarschijnlijk ook als chernozem moeten worden betiteld, waaruit dan kan worden afgeleid, dat het huidige klimaat ook inderdaad een chernozem-klimaat is.

Bij de beoordeling van de uiteenlopende profielen dient rekening gehouden te worden met het substraat in samenhang met het klimaat. De kalkrijke loess is een bijzonder gunstig substraat voor de ontwikkeling van chernozemprofielen. De kalk en hoge verzadigingsgraad van het complex gaan degradatie, die bij een vochtiger wordend klimaat kan optreden, tegen. De porositeit van de loess en tengevolge hiervan de mogelijkheid van diepe uitdroging spelen een rol bij de vorming en instandhouding van het humuscomplex. Door dit substraat kan verklaard worden, waarom in Vojvodina onder nog enigszins vochtige klimatologische omstandigheden de echte steppegronden voorkomen.

Een oorzaak van degradatie is ook het agrarisch gebruik. Hierdoor kan in één tot anderhalve eeuw ongeveer de helft van de humus verdwijnen (Nejgebauer, 1953). Bovendien verarmt de grond en gaat de structuur achteruit. Ook het effect van irrigatie is een belangrijk probleem m.b.t. het behoud van de goede kwaliteiten van de zwarte aarde.

3. Literatuur

Jaffe, J.S. 1939 Pedology. New Brunswik

Kubiena, W.L. 1953 Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas, Stuttgart.

Nejgebauer, V.	1953	Soil map of Vojvodina with a short key to it. Novi-Sad
Outline,	1954	Outline of a scheme of Soil Classification for european discussion (Agendastuk Subgroup F.A.O. for soil classification and survey in Europe, 1e Meeting, Gent)
Stebutt, A.	1930	Lehrbuch der allgemeinen Bodenkunde, Berlin
Tanasijevic, D.M. Sandic en N. Pacicevic	1951	Types de sols dans les environs de Belgrado et d'Obrenovatz. Annales des sciences agronomique. Année IV, Numero 6
Tanasijevic, D. en N. Pacicevic	1953	Soil cover of the Macva pocerina and jadar regions. Zemlgista i Belgha II, no. 2

d. ZOUTGRONDEN

1. Het ontstaan van zoutgronden

Zoutgronden kunnen ontstaan:

a. door directe invloed van zeewater
   1. in vochtige gebieden (bv. in Nederland na overstromingen);
   2. in droge gebieden (Camargue in Zuid-Frankrijk door infiltratie van zeewater door de grond onder invloed van sterke verdamping);

b. zonder directe invloed van het zeewater.

Onderscheid tussen beide groepen is niet altijd goed mogelijk. De eerstgenoemde categorie zal verder buiten beschouwing worden gelaten.

Voor het tot ontwikkeling komen van zoutgronden zonder directe invloed van het zeewater moet aan de volgende drie factoren worden voldaan:

1. Klimaatsomstandigheden, waarbij de verdamping de neerslag overtreft.
2. Een regelmatige jaarlijkse voldoend hoge stuwing van grondwater:
   a. door het omhoog komen van het werkelijke grondwater;
   b. door het vormen van een schijnspiegel op een ondoorlatende ondergrond.
3. De mogelijkheid tot het oplossen van zouten door dit grondwater moet aanwezig zijn, waarna deze zouten door capillaire werking naar de oppervlakte worden gevoerd, onder invloed van de sterke verdamping in de droogteperiode.

In gebieden, waar de neerslag zeer klein is, zal het regenwater niet in diepere lagen kunnen doordringen en de daar aanwezige zouten niet kunnen oplossen, zodat dan hoogstens de zouten uit de bovenste lagen naar de oppervlakte kunnen worden gevoerd (bv. in woestijngebieden).

2. Voorkomen

Uit het bovenstaande volgt, dat zoutgronden interzonale gronden zijn voor gematigd ariede klimaten. Door irrigatie kunnen de zoutgronden in meer extreem ariede klimaten extrazonale gronden worden. Bij primitieve irrigatiemethoden, waarbij meestal slechts vrij geringe waterhoeveelheden werden gebruikt, is dit verschijnsel beperkt gebleven, maar na het invoeren van moderne methoden zijn over grote oppervlakten zoute gronden in extrazonale gronden veranderd. Zeer duidelijke voorbeelden hiervan zijn

aanwezig in Californië, Egypte en Hongarije. In Joego-Slavië zal men in de provincie Vojvodina, waar men op grote schaal bevloeiingswerken ter hand heeft genomen, zeker ook extra aandacht moeten besteden aan de hieruit voortvloeiende mogelijkheden van voortgaande vorming van zoutgronden.

Interzonaal komen de zoutgronden voor in meerdere zones van de droge gebieden voor verschillende groepen van de zonale gronden: in de chernozemgebieden, de bruine en grijze steppengebieden en bij voldoende regenval ook in de woestijngebieden. Zoutgronden komen o.a. voor in:

Europa: Hongarije, Rusland, Spanje en Joego-Slavië,
Azië : Russisch Azië, Klein Azië, Syrië, Irak, Iran, Noord-West-India, Mongolië en West-China.
Amerika: Montana, Colorado, Washington, Oregon, Californië, Mexico, Peru, Chili, Argentinië en West-Brazilië, voorts in Afrika en Australië.

3. Benamingen

Voor de verschillende groepen van zoutgronden bestaat een groot aantal benamingen. Deels zijn deze benamingen afgeleid van volksnamen, terwijl men de gronden anderzijds heeft benoemd op grond van bepaalde visuele of chemische eigenschappen. Onderstaande tabel geeft een beknopt overzicht van de belangrijkste namen voor de verschillende groepen zoutgronden. De verschillende namen voor overeenkomstige gronden zijn onder elkaar geplaatst.

herkomst naam	verschillende groepen zoutgronden 1	2		3
Russische volksnaam	Solontschak	Solonetz		Solod, Soloti
Oude Amerikaanse namen	White alkali soil	black alkali soil a	b	
Nieuwere Amerikaanse indeling	Saline soils	saline alkali soils	(non saline) alkali soils	
Glinka, Sigmond	Saline Böden	Saline Alkali Böden	Desalinierte Alkali Böden	Degradierte Alkali Böden
Gedroiz	Saline Böden	Desalinierte Böden	Alkali	Degradierte Alkali Böden
Duitse benaming				Steppen, bleicherde, Salzerdigen Podzol

De gronden met de benaming Solontschak of een overeenkomstige benaming (1) moeten worden gerekend tot de eigenlijke zoute gronden. Deze gronden hebben een hoog zoutgehalte, maar in het profiel hebben zich nog geen veranderingen van enige betekenis voorgedaan. Bij de Solonetzgronden (2) is een deel van de zouten reeds weer uitgespoeld naar diepere lagen; ook is er al sprake van de vorming van een verdichte zwaardere B-horizont met een kolomachtige structuur in uitgedroogde toestand. Bij verschillende indelingen is deze groep in tweeën gesplitst (2a en b). Als uitgangspunt voor deze splitsing wordt genomen het zoutgehalte, hetzij rechtstreeks bepaald, hetzij gemeten in de vorm van het elektrisch geleidingsvermogen.

De groep Solodgronden (3) komt in de Amerikaanse indelingen niet voor. Het zijn eigenlijk geen zoute gronden meer, daar alle zouten zijn uitgespoeld uit de bovenste lagen. Tevens zijn de klei-humuscolloïden uit de bovenste lagen verdwenen, waardoor een zandig skelet is achtergebleven als A2-horizont.

De benamingen White- and Black Alkali Soils zijn niet geheel juist. Bij de Black Alkali Soils komen zowel Solonetz als Solontschak voor, daar de aldus benoemde gronden niet samenvallen met resp. de Solontschak en Solonetz gr. De laatste zijn dan echter soda-Solontschakgronden. Het omgekeerde komt eveneens voor.

Ook de benamingen Alkali Soils, resp. Alkali Böden voldoen maar matig, daar, naarmate het degradatieproces van de zoutgronden voortschrijdt, bij de als zodanig benoemde gronden ook zwak zure en zelfs wel sterk zure reacties voorkomen.

4. De profielontwikkeling

Het uitgangspunt bij de vorming van zoutgronden is vrijwel altijd een homogene met tweewaardige basen verzadigde grond. In Vojvodina zijn dit loessgronden. Het eerste stadium van de verzouting is de aanvoer van zouten door capillaire opstijging vanuit het grondwater. Dan ontstaan gronden, waarbij het adsorptiecomplex van de grond vrijwel nog geheel is verzadigd met tweewaardige kationen, terwijl in het bodemvocht reeds een grote zoutconcentratie aanwezig is, waarbij de eenwaardige Na-ionen meestal een belangrijke plaats innemen. Fysisch is aan de profielopbouw dan nog niets veranderd. In het volgende stadium beginnen de Na-ionen de tweewaardige ionen aan het complex te vervangen, waarbij dan tevens het proces van de uitloging van deze tweewaardige ionen in alkalisch milieu in de vorm van bicarbonaten een aanvang neemt. In extreme gevallen kan het adsorptiecomplex tot 100% met alkalikationen worden bezet, waarbij dan dus nog volledige basenverzadiging optreedt. In de aanvang van dit tweede stadium, dat nog tot het Solontschakstadium moet worden gerekend, treden nog geen merkbare veranderingen in het profiel op. Slechts het absolute zoutgehalte begint terug te lopen. Naarmate het adsorptiecomplex echter in sterkere mate met Na-ionen wordt bezet, wordt de grond aanmerkelijk makkelijker peptiseerbaar. Dit heeft tot gevolg, dat in de natte winterperiode de bovengrond - alleen reeds onder invloed van het regenwater - vrijwel geheel peptiseert en overgaat in een weke brijige massa. De uitspoeling van klei- en humuscolloïden is dan tevens begonnen. Doordat in de natte perioden de humus in gepeptiseerde toestand geraakt, krijgt de brijige bovengrond dan een bruine kleur. Bij het opdrogen van de grond blijkt de aanwezigheid van de fijn vordeelde gepeptiseerde humus uit de vorming van ragdunne humuscolloïdlaagjes op de bodem van de talrijke met bruin humuswater gevulde kuiltjes. Na opdroging krullen deze humuscolloïdlaagjes vaak om en verschilferen dan. De benaming Black Alkali Soils is ontstaan tengevolge van deze zwarte humuscolloïdlaagjes. Hetzelfde verschijnsel treedt echter op bij soda-Solontschakgronden, waar ondanks de nog grote verzadiging van het complex met tweewaardige kationen, de humus door de enorme overmaat Na-ionen in de bodemoplossing, peptiseert. Bij de overige Solontschakgronden, waarbij de soda dus niet zo overheersend is in de bodemoplossing, droogt de grond na de winterperiode wit op door het uitkristalliseren van zouten. De benaming White Alkali Soils is daarvan afkomstig. Door de sterke ophoging van tweewaardige kationen op geringe diepte komen de gepeptiseerde en in beweging gekomen klei-humusdeeltjes weer tot uitvlokking, waardoor een textuur-B ontstaat. Het Solonetzstadium is daarmede aangebroken. In droge toestand heeft de B-horizont van de Solonetz een kolomstructuur en is dan bikkelhard. Voor de plantengroei is deze laag zowel uit bewortelings- als uit hydrologisch oogpunt

uiteraard zeer ongunstig. Tijdens het Solonetz-stadium gaat de profielvorming steeds verder. De aanvankelijk nog volledige basenverzadiging aan het complex gaat verloren, zodat een verzadigingsdeficit ontstaat, dat tijdens dit stadium kan oplopen tot ongeveer 15%. De reactie van de bovengrond is daarbij inmiddels neutraal en eventueel zelfs zwak zuur geworden. De peptiseerbaarheid van de bovengrond is daarbij nog toegenomen, hetgeen een zeer sterke erosiegevoeligheid bij deze gronden ten gevolge heeft. Alleen reeds onder invloed van de regenval kan een sterke verspoeling van de geleidelijk gevormde A-horizont tot stand komen. Door het weiden van schapen en koeien, maar vooral van varkens, wordt deze erosie echter ten zeerste versterkt. De verdichting van de B-horizont gaat steeds verder (zie profiel no. 22 en 23), waarbij deze horizont ook aanmerkelijk dikker begint te worden. In de B-horizont zelf is de zoutconcentratie nog groot. In profiel no. 23, een Solonetzprofiel uit Vojvodina, vormden de witte adern een soort pseudo-mycelium van uitgekristalliseerd Na_2CO_3.

Bij nog verdere voortgang van het degradatieproces beginnen ook de eenwaardige kationen in belangrijke mate uit te spoelen, zodat het basenverzadigingsdeficit in de bovengrondtoeneemt tot meer dan 15%, terwijl ook in de B-horizont de overmaat aan zouten gaat verdwijnen. De A2-horizont begint al belangrijke afmetingen aan te nemen en gaat zich aftekenen als een bleke, sterk zandige horizont, gevormd door het kiezelzuurskelet, dat is overgebleven na uitspoeling van vrijwel alle kleicolloïden (profielbeschrijving no. 24). De B-horizont heeft zich inmiddels tot een zeer respectabele dikte ontwikkeld en vormt een grote belemmering voor de plantengroei en voor verbeteringsmogelijkheden van deze gronden. Dit laatste stadium van de zoutgronden het Solod-stadium kan in zekere zin worden gezien als een eindstadium, daar verdere profielontwikkeling onder invloed van de waterbeweging door de B-horizont wordt belemmerd. De afbraak van de bovenzijde van de B-horizont en het groeien van deze horizont in de diepte gaat echter zeer langzaam verder.

Een schematisch overzicht van de profielopbouw tijdens de drie belangrijkste stadia in de ontwikkeling van de zoutgronden:

5. De zoutgronden in Vojvodina

Tijdens de excursie kon helaas slechts in zeer beperkte mate aandacht aan de zoutgronden, die in de provincie Vojvodina ongeveer 300.000 ha beslaan, worden besteed. Op de oudere terrassen van de Dona hebben zich plaatselijk Solontschak- en Solonetzgronden ontwikkeld (profiel 22). De sterke erosie onder invloed van het weiden van varkens kwam hier duidelijk tot uiting. Hetzelfde was in nog sterkere mate het geval in een Solonetzgebied ten westen van de Tisa, waar een uitgestrekt miniatuur heuvelland is ontstaan. Door deze erosie ontstaat een zeer ongelijke ligging, hetgeen van invloed is op de ontwikkeling van de vegetatie. In het voorjaar komt op de overgebleven hogere koppen de vegetatie snel tot ontwikkeling, terwijl in de lagere gedeelten nog geen groei plaatsheeft. Reeds spoedig worden de koppen echter te droog, zodat daar de vegetatie afsterft, terwijl dan in de laagten de planten tot ontwikkeling komen. Ook daar wordt het echter onder invloed van de storende B-horizont spoedig te droog, zodat reeds vrij vroeg in de zomer de vegetatie op de Solonetzgronden vrijwel geheel tot stilstand komt.

De grootste oppervlakten zoutgronden komen voor enerzijds in het westen van Backa en anderzijds in het westen van Banat langs de Tisa. De zoutgronden liggen in Vojvodina temidden van de Chernozemgronden in de veelal uitgestrekte vlakke lagere gedeelten, waar het grondwater elke winter zo hoog stijgt, dat capillaire opstijging tot in de bovengrond kan plaatsvinden. Het is mogelijk, dat in Banat (het gebied tussen Tisa en Roemeense grens) de zoutgronden voor een deel tot ontwikkeling zijn gekomen op gronden, die eertijds regelmatig door rivierwater werden overstroomd, waardoor een wat zwaardere bovengrond ontstond; hierin kon zich, nadat de overstromingen waren opgehouden of althans sterk verminderd, het proces van de verzouting gaan afspelen.

Het oppervlak Solodgronden vormt slechts een gering percentage van de zoutgronden. In het zuiden van Backa komen ze wel voor (zie profiel no. 24).

De zoutgronden zijn in de huidige toestand uit zuiver landbouwkundig oogpunt vrijwel waardeloos. Economisch hebben ze echter nog wel een vrij belangrijke betekenis, daar ze worden gebruikt voor het weiden van de grote kudden koeien, schapen en varkens, die van belang zijn voor de vleesvoorziening van dit veel vlees consumerend land.

Verbetering van deze gronden is mogelijk. Naarmate echter in sterke mate sprake is van een textuur B-horizont zal de verbetering op grotere moeilijkheden stuiten. Combinatie van bevloeiïng en ontwatering en het gebruik van structuurverbeterende meststoffen zal echter steeds noodzakelijk zijn.

e. DE "BRAUNERDEN", "BLEICHERDEN" EN PODZOLEN
(bruine gronden met textuur-B en gronden met humus en/of sesquioxyden-B)

1. De indeling

Het beste bekend in Nederland is de indeling van deze gronden in Great Soil Groups. Hoewel deze indeling thans is herzien, zullen we van de oude uitgaan. Deze is als volgt (zie Thorp James and Guy A. Smith, 1949; Cline, 1949; Bennema, J., J. Schelling en J.S. Veenenbos, 1953).
Brown Forest Soils: Een bruine humeuze A1, een weinig geprononceerde B-horizont, die meestal als kleur-B ontwikkeld is, maar nooit als textuur-B. De A en B hebben beide hoge basenverzadiging en er komen meestal veel regenwormen in voor. De A1 heeft een kruimel- of granulaire structuur. Deze gronden hebben kleimineralen, die niet tot de kaoliengroep behoren. Dit geldt ook voor de nu te bespreken Gray Brown Podzolics.

Gray Brown Podzolics: De B-horizont bestaat uit een textuur-B (heeft meer klei dan de A en de C, vooral ten gevolge van kleiverplaatsing van de A naar de B). De B-lagen hebben meestal bruine kleuren; worden ze te rood of te geel (chroma b), dan behoren ze tot een andere groep (Red-Yellow Podzolics).
Brown Podzolics: De B-horizont is hoofdzakelijk een accumulatie van ijzer en/of humus, de basenverzadiging van de A en B is laag, meestal beneden 15%. De Ao ligt vaak direct op de A1, soms is ook een dunne A1 aanwezig.
Podzol: Gronden met duidelijke A2 en een B, die bestaat uit ijzer en/of humus.

In de nieuwste Amerikaanse indeling, die thans in ontwikkeling is, wordt het al dan niet aanwezig zijn van een duidelijke A2 bij de Brown Podzolic en de Podzolic niet meer van belang geacht voor de scheiding op hoog niveau. In de plaats hiervan komt een scheiding naar de aard van de B, nl. gronden met overwegend humus-B (in Nederland humuspodzolen genoemd) en gronden met B, die voor een belangrijk deel door ijzeraccumulatie is ontstaan (ijzer of humusijzer-podzolen). Vele van de vroegere Brown Podzolics in Nederland behoren tot de laatste groep.

Naast deze indeling uit de V.S. bestaan nog vele andere indelingen. De literatuur hierover is echter zeer verward. Deze verwarring ontstond reeds voor 1929 door een misverstand tussen Ramann en Glinka.

Ramann (1911, 1918) voerde de term Braunerde in. Hij onderscheidde de Braunerde naast Podzolen, Bleicherden, Rot- en Schwarzerden. Tot de Podzolen rekende hij vooral de gronden met een gebleekte A2 en duidelijke humusinspoeling. De Bleicherden komen waarschijnlijk grotendeels overeen met de Brown Podzolics en tot de Braunerden behoren dan verder de overige bruine gronden van het gematigd klimaat. Het is dus duidelijk, dat de Gray Brown Podzolics en de Brown Forest Soils tot deze Braunerden gerekend moesten worden. Glinka (1914) had een andere indeling en ook andere opvattingen dan Ramann. De Gray Brown Podzolics vielen in zijn indeling in eerste instantie samen met de podzolen. In een indeling van 1924 gebruikte hij de term Braunerde van Ramann wel, maar dan meer in de geest van Brown Forest Soil. Dit misverstand tussen Ramann en Glinka ontstond vooral omdat de lutumverplaatsing en de daardoor gevormde textuur-B niet voldoende bekend waren. Ook in de latere literatuur is deze lutumverplaatsing niet herkend en de textuur-B's werden dan ook niet in de classificatie op hoog niveau betrokken. Dit is o.a. het geval bij Shemine (1936, 1950), Laatsch (1938, 1954) en Kubiëna (1953). Pallmann, Trei en Hamde (1943) beschrijven de kleiverplaatsing wel, maar de textuur-B speelt bij hen voor de classificatie van deze gronden ook geen rol. De toestand van de bovengrond, vooral de basenverzadiging van de verplaatsing van sesquioxyden en humus zijn de voornaamste criteria, waarop verder wordt ingedeeld. De lutumverplaatsing heeft daarentegen in de Amerikaanse school sinds Marbut (1922) een belangrijke rol gespeeld. Ook in de classificatie, die Damolin (1952) geeft, is de lutumverplaatsing een belangrijk kenmerk voor de indeling. In Joegoslavië kent men de kleiverplaatsing in de Braunerde wel, maar men noemt hier de gronden met textuur-B toch vaak zonder meer Podzol.

In onderstaande tabel worden enige indelingen vergeleken. Hierbij is uitgegaan van de Amerikaanse indeling, maar volledigheidshalve is hier nog een aparte groep bijgezet, die in het Amerikaanse systeem niet tot zijn recht komt en die hierboven ook niet besproken werd, nl. de Sol brun acide, een naam afkomstig van Aubert (zie Dudal, 1953).

Deze tabel is bedoeld ter oriëntatie. Indien men een bepaald profiel door onderzoekers uit verschillende scholen zou laten classificeren, kunnen toch nog vele afwijkingen van het schema van deze tabel optreden. In allerlei overgangsgevallen (die soms algemener zijn dan de normale groepen) zal dit bv. het geval zijn, maar daarenboven ook bij andere com-

plicaties, zoals bij het optreden van een zware laag in het profiel, waarvan niet bekend is of hij van pedogenetische dan wel geogenetische oorsprong is.

VS	Demolin (1952)	Pallmann, Trei en Hamde (1943)	Stremme
Brown Forest Soils	Sol brun	Braunerde	Brauner Waldboden
	Sol brun légèrement lessivé	Schwach entwickelte mäszig entwickelte Reife	nicht gebleichter
Gray Brown Podzolics	Sol brun lessivé		Schwach gebleichter
Secpodzol op Gray Brown podzolic	Sol podzolique	podsolierte of podsolige Braunerde (+ marmorierte Braunerde)	Stark gebleichter Brauner Waldboden
Podzols	podzol	podzol	Stark gebleichter Rostf. Waldboden + Heideböden
Brown podzolics	podzol		Rostfarbener Waldboden
(Acid Brown Forest Soil)	Sol brun acide		Schwach and mäszig gebleichter Waldboden

2. De Braunerden in Joegoslavië

a. De "diepgrondige" Braunerden

Zoals reeds werd opgemerkt, zijn de Braunerden in Joegoslavië zeer algemeen, het is de meest verbreide bodemgroep. Met uitzondering van de kuststreek, Vojvodina en de hogere bergen, is het klimaat overal zo, dat op de plaatsen, waar het grondwater niet teveel invloed heeft en waar het moedermateriaal niet te ondiep of te arm is, "Braunerden" ontstaan. Deze Braunerden zijn zowel kwalitatief als kwantitatief de belangrijkste landbouwgronden. Doordat ze in een iets humieder klimaat voorkomen dan de Rot- en Schwarzerden is de zomerdroogte in het algemeen geringer. Aan de andere kant is het klimaat veelal weer niet erg humiede, zodat de uitspoeling betrekkelijk beperkt is gebleven en de natuurlijke vruchtbaarheid van deze Braunerden nog betrekkelijk hoog is. Dit houdt echter niet in, dat ze geen bemesting nodig zouden hebben; de Braunerden ten westen van Belgrado bv. zijn zeer fosfaatarm.

De groep van de Braunerden rond Belgrado is vrij uitvoerig beschreven door Tanasijevic, Sandic en Pacicevic (1951) en door Tanasijevic en Pacicevic (1953). Zij geven een vrij vergaande indeling van de Braunerden in:

1. Humid Brown Forest Soil - Sol brun humique - Zumusne Gajnjace
2. Normal Brown Forest Soil - Sol brun normale - Gajnjace (normaluge)
3. Slightly podzolized Brown Forest Soil - Sol brun podzolique - Gajnjace u Opodzoljena
4. Podzolized Brown Forest Soil - Sol brun podzolisé - Opodzoljena Gajnjace
5. Mild or slight Podzol - Blagi podzol
6. Podzol - Srednje podzol.

De Franse en Engelse namen zijn die namen, die men in de summary van genoemde schrijvers vindt; ze stemmen echter niet alle overeen met de begrippen, die men in Frankrijk en in Engeland of Amerika aan deze namen verbindt. Vergelijken we deze groepen met het Amerikaanse systeem, dan vallen 1 en 2 waarschijnlijk inderdaad grotendeels in de groep van Brown Forest Soils; 3 vormt waarschijnlijk reeds een overgang naar de Gray Brown Podzolics, terwijl 4, 5 en 6 tot de Gray Brown Podzolics gerekend moeten worden. Daar de Braunerden hier zeer algemeen zijn, is men vrij ver gegaan in de indeling op hoog niveau. In een tabel volgen hier enkele gegevens over de groepen 2 en 6 uit de publikatie van Tanasijevic en Pacicevic (1953).

pH water bovengrond	basenverzadiging bovengrond	verschil A en B in lutum-percentage
2 0 - 7	80 - 90%	0 - 3%
3 5.8 - 7	75 - 80%	5 - 7%
4 5.3 - 5.7	60 - 75%	5 - 9%) soms begin horizont
5 5.5 - 6.3	45 - 60%	11 - 17%) gelaagde A2.
6 4.5 - 5.7	20 - 45%	8 - 20%) Profielen met A2

In Servië kon tijdens een excursie in een profielkuil een Braunerdenprofiel wat beter bestudeerd worden (zie profiel 25). Het profiel lag tussen Belgrado en Kragujevac bij Topola. Het moedermateriaal bestond uit tertiaire leem. Volgens de - ons inziens dubieuze - theorie was dit profiel eerst een smonitza geweest, die later in een Braunerde veranderd was. Van de smonitza was echter niets meer te zien.

100 jaar geleden was dit gebied grotendeels bos, nu is het vruchtbaar akkerland, dat zich over de glooiende heuvels uitstrekt.

Deze grond werd door Ir. Tanasijevic tot de Gajnjace gerekend, hoewel een begin van een structuur-B aanwezig was. De betere Braunerden beslaan in Servië een belangrijke oppervlakte en het is duidelijk, dat de bodemvorming er veel minder ver is voortgeschreden dan in ons Atlantisch klimaat het geval zou zijn en ook minder ver dan in Kroatië.

Van één der typen van Braunerden, die we niet in het veld gezien hebben, moet de zogenaamde heath soil (Kovacevic, 1954) genoemd worden. Deze naam, die ook in de literatuur voorkomt, wekt de verwachting, dat men met een heidepodzol te doen heeft. Een monolith van deze grond, die men ons in Zagreb vertoonde, liet echter een profiel met een textuur-B zien. In de erboven liggende A2 had zich echter opnieuw een vrij diep humeus profiel ontwikkeld, waarschijnlijk een Brown Podzolic en een Gray Brown Podzolic. De heath soils zijn zeer zuur. Mogelijk komen er ook varianten voor, die uit Terra Rossa ontstaan, dus een Brown Podzolic met in de ondergrond een rode textuur-B.

In Kroatië werden ook verschillende Braunerden bestudeerd, zij het dan ook zeer vluchtig. Veelal waren het profielen met in de ondergrond kalksteen, mergel of schiefer. Slechts op één plek, nl. langs de weg van Zagreb naar Belgrado op ca. 6 km afstand van Zagreb, was dit niet het geval. Hier bleek een Gray Brown Podzolic te zijn ontwikkeld op een terras van de Sava. De bovengrond was bruin (10YR5/3) en bevatte ca. 3% lutum, de ondergrond (de B) bevatte ca. 40% lutum, de bovengrond was kalkloos, maar op 1-60 cm werd de grond kalkrijk, de invloed van grondwater (mogelijk een schijnspiegel) begon op 40 cm in de vorm van roest.

b. De Braunerden op kalksteen en mergel

Bij de profielen op kalksteen en mergel vindt men alle overgangen van Rendzina naar Terra Fusca. Als overgang van de Rendzina naar deze Terra Fusca (zie voor deze term Kubiëna, 1953) vindt men vaak de Braune Rendzina.

De Terra Fusca zullen we in dit verband tot de Braunerden rekenen. In het oude Amerikaanse systeem komt de Terra Fusca waarschijnlijk vooral in de groep van de Brown Forest Soils en de groep van de Gray Brown Podzolics terecht. Bij de nieuwere indeling heeft men echter de neiging, die gronden van Brown Forest Soils of de Gray Brown Podzolics, die klei uit de Maoliniet-groep bevatten, af te scheiden. Hierdoor zal waarschijnlijk juist een groot deel van de Terra Fusca afgescheiden worden.

Houden we ons echter thans aan de oude indeling dan blijkt, dat de dikkere Braunerdenprofielen op kalksteen meestal bij de Gray Brown Podzolics terecht komen en de dunnere soms bij de Brown Forest Soils.

Echte Renzina's werden slechts weinig bestudeerd. Een enkel profiel bij Zagreb op kalkschiefer met een zwarte (10YR3/15) ca. 15 cm dikke bovengrond behoorde hiertoe, evenals nog enkele dunne profielen, die echter vluchtig bekeken werden. De Verbraunte Rendzina's en de Braunerden op kalksteen waren vrij algemeen en kregen enige aandacht. In de buurt van Zagreb was het opvallend, dat vrij dunne profielen van 40 cm dikte op mergel reeds als Braunerde ontwikkeld zijn. Dit kan verschillende oorzaken hebben. Op onzuivere kalkafzettingen, zoals mergels, zal na oplossen van de kalk vrij veel residuaire klei en mogelijk ijzer overblijven, waardoor snel een bruin worden van de grond optreedt. Volgens Nejgebauer speelt ook het verschil in bodemklimaat hierbij een belangrijke rol, de gronden op kalksteen zijn 's zomers zeer droog en hebben dan weinig biologische activiteit (zie IVa).

De profielen van 10 à 20 cm op mergel, die ons bij Zagreb getoond werden, waren al enigszins bruin (10YR en 7.5YR3/2) en moeten tot de Verbraunte Rendzina's gerekend worden. De nog dikkere profielen op kalksteen en mergel behoren tot de Braunerden (in dit geval Terra Fusca) en gedeeltelijk tot de Roterden (Terra Rossa). Dit hangt af van het gebied, waar ze ontwikkeld zijn. Van Zagreb naar de Adriatische kust toe wordt de kleur van de grond en vooral van de B-lagen steeds roder, tenminste in zoverre de profielen niet te hoog in het gebergte liggen.

In Zagreb waren de kleuren van een 50 cm dik profiel op mergel 7.5YR5/4 in de bovengrond en 10YR4/3 in de ondergrond. Op weg van Rijcka naar Zagreb werden op een punt de volgende kleuren in de profielen waargenomen: in een 30 cm dik profiel, dat iets dichter bij de Rendzina stond, 7.5YR4/2 in de bovengrond en 5YR4/3 in de ondergrond; in een iets dikker profiel op dezelfde plaats de ondergrond B-laag 5YR4/4 en in spleten van de kalksteen 5YR4/6. Ook was op dezelfde plaats nog een profiel te zien (een Gray Brown Podzolic) op colluviaal materiaal, dat een ouder profiel begraven had.

De kleuren in het colluviaal materiaal waren: A2: 10YR4/3, B: 7.5YR5/5, terwijl de B van het begraven profiel een rodere kleur vertoonde (5YR4/5).

Nog verder naar de kust toe bij Rijcka, worden de kleuren van de B-lagen nog roder en wel 2.5YR4/6, de gronden gaan hier over in Terra Rossa, met dien verstande dat deze Terra Rossa als een fossiel profiel opgevat moet worden, waarin zich dan weer een jong profiel met A2- en B-lagen gevormd heeft (zie f).

De regel, dat de gronden naar de kust roder worden, gaat, zoals reeds werd opgemerkt, alleen op bij profielen op gelijke hoogte. Een profiel, dat reeds dichter bij de kust lag, maar enkele honderden meters hoger dan de hierboven genoemde gevallen, had weer gelere kleuren (zie

profiel 26). Dit profiel was als een duidelijke Gray Brown Podzolic ontwikkeld, de typische plastische eigenschappen van de Terra Fusca waren er niet in aanwezig; dit plastische materiaal kwam wel onderin het profiel voor.

De podzolen

De podzolen kunnen verdeeld worden in humus en (humus)ijzerpodzolen. Houdt men de jongste opvattingen aan, dan behoren ook de vroegere Brown Podzolics tot de podzolen, voornamelijk tot de humusijzerpodzolen.

In Nederland komen de humuspodzolen zeer veel voor. De humusijzerpodzolen zijn over het algemeen iets zeldzamer. Men vindt ze hoofdzakelijk in de vorm zonder A2 (dus vroegere Brown Podzolics).

Buiten Nederland zijn de humusijzerpodzolen met een duidelijke A2 dikwijls niet zeldzaam, men vindt ze vooral in de natuurlijke naaldhoutgebieden. In Joego-Slavië zijn de podzolen over het algemeen echter wel vrij zeldzaam. Het klimaat is meestal te warm en te droog. De podzolen vindt men hier dan ook overwegend in hogere gebieden met voldoende regenval of op zandig moedermateriaal.

In het uitgestrekte bosgebied ten oosten van Rijcka bij Dalnice werden ons enkele podzolprofielen (profiel no. 27 en 28) in een oud Abies-bos getoond. De profielen behoorden tot de groep van de humusijzerpodzolen.

De profielen lagen 800 m boven zee en er viel per jaar 2000 à 2500 mm regen. De ondergrond van dit bosgebied bestond uit kleischalies van het Perm of Carboon.

Het bostype behoorde tot het Abieto-Blechnetum. Abies pectinata vormde de boomlaag. In de struiklaag vond men vrij veel beuk (Fagus silv.) en enkele struiken van Sorbus aucuparia, vrij veel braam (Rubus spec.). Ook werd 1 exemplaar van de fijnspar (Picea exelsa) waargenomen. In de kruidlaag treden o.a. op Pteridium aquilinum, Veronica officinalis, Melampyrum pratense, Oxalis Acetosella, Hieracium spec., Campsana spec., Lysimachia nemorum, Galium spec. (of asperula).

Het optreden van Sorbus aucuparia, Pteridium aquilinum, Veronica officinalis en Melampyrum pratense wijst erop, dat het milieu arm is.

De profielen waren op lemig materiaal ontwikkeld en bezaten een vrij dikke A1, de humusvorm van de A1 was moder. De A2 was 10 à 25 cm dik, deze dikte wisselde hier, zoals bij de ijzerpodzolen gewoonlijk het geval is, vrij sterk. De B was een ijzer B, hij was door gleyachtige verschijnselen echter iets beïnvloed en daardoor gevlekt. De gleyverschijnselen zijn ontstaan door Staunässe. In het tweede profiel, dat iets zandiger was dan het eerste, ontstond een begin van een B2h.

Op een tweetal plaatsen werden profielen bestudeerd, die mogelijk tot de ijzerpodzolen gerekend moeten worden. Het eerste punt lag pal ten westen van Novi-Sad op zavelig zand van een terras. Volgens onze begeleiders zou dit terras 600 à 700 jaar geleden nog overstroomd zijn. Dit is gezien de profielontwikkeling, echter veel langer geleden. Het terras was ter plaatse in gebruik voor tuinbouw; er werden aardappelen, kool, meloenen en erwten verbouwd. De onkruidflora wees erop, dat de pH van de bovengrond waarschijnlijk vrij laag was; er kwamen o.a. Sekaria, Echinochloa en Amaranthus soorten voor, naast o.a. Chenopodium album.

Het profiel was tot 105 cm kalkloos, de bovengrond had 8 à 12% lutum, dit gehalte liep naar beneden geleidelijk af tot 6 à 7%. De bovenste 40 cm van het profiel was donkergrijsbruin 2.5Y4/2. Daarna volgde een zone, die niet homogeen was, nl. geelbruin en flets geelbruin gemengd. Onder in deze zone kwamen dun lemige iets ijzerhoudende bandjes voor, die veel op Brown Podzolic bandjes geleken. De ondergrond tussen 70 en 80 cm was geelbruin en het kalkrijke zand fletsgeel.

Het gebied van Novi-Sad ligt aan de zuidrand van het Chernozemgebied. Het voorkomen van een dergelijk ontkalkt profiel met kenmerken van de Brown Podzolic is uit dit oogpunt zeker interessant. Dat hier nog dergelijke typen voorkomen, wijst erop, dat deze althans op het zand klimatologisch gezien een grote amplitude hebben. In dit verband is het ook van belang naar de profielen te verwijzen, die op het zand bij Subatica, dus in het Chernozemgebied ontstonden. Hier ontstonden in het nog iets drogere klimaat wel Chernozems op zanden.

Het tweede profiel werd aangetroffen ten westen van Kragujevac in Servië (zie profiel 29). Het profiel lag op de helling naar het dal en werd bestudeerd in twee klei-ingravingen aan de wegkant. Het C-materiaal bestond uit matig grof zand met veel zwarte bestanddelen, de bovengrond had een gebroken karakter. Mogelijk is het kleigedeelte in de bovengrond ontstaan uit de donkere bestanddelen, al was het kleigehalte hiervoor wel vrij hoog.

Deze grond werd een "Brown Podzolic" genoemd, met het oog op de algemene opbouw van het profiel en vooral tengevolge van de bruine ijzerrijke brown podzolic bandjes in de ondergrond. Deze bandjes duiden op een zeker ijzer- (ev. klei-) transport. Door de grote hoeveelheden lutum, die of uit de verweerbare bestanddelen van het zand zijn ontstaan of door solifluctie zijn aangevoerd, is het profiel wel anders dan de "Brown Podzolics" in ons land. Men zou het als een extreem vette Brown Podzolic kunnen beschouwen, maar dan toch nog in een "betere" vorm dan die wij in Nederland kennen.

4. Literatuur

Bennema, J., J. Schelling en J.S. Veenenbos	1953	Great Soil Groups in Nederland. Boor en Spade VI, pp. 51-58, Wageningen.
Cline, M.G.	1949	Profielstudies of normal Soils. New York I, II. Soil Science 68, 3-4.
Demolin, A.	1952	Dynamique du Sol. Paris
Dudal, R.	1953	Etude morphologique et genetique d'une sequence de sols sur limon-loessique. Agricultura. Vol. I, 2e serie, no. 2, pp. 119-163.
Glinka, K.	1914	Die Typen der Bodenbildung, Berlin
Glinka, K.	1924	Typendivers de formation des sols et classification de ceux-ci. Revue Internationale de Renseignements Agricoles. Vol. II.
Kovacevic, P.	1954	The problem of liming of the soils in Yugo-Slavia. Jugoslovenskog Drustva za proucavanje Zemljista, 72-73.
Kubiëna, W.L.	1953	Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart.
Laatsch, W.	1938	Dynamik der deutschen Acker- und Waldböden. Dresden und Leipzig.

Laatsch, W.	1954	Dynamik der Mittel europäische Mineral boden. Dresden und Leipzig.
Outline	1954	Outline of a scheme of Soil Classification for european discussion (Agendastuk van Subgroup F.A.O. for Soil Classification and Survey in Europe, 1e Meeting Gent)
Pallmann, H., E. Trei en H. Hamde	1943	Die Filtrationsverlägerung hochdisperser Verwitterungsprodukte im Bodenprofil einiger Glieder der schweizerischen Braunerdenserie. Bei Schweiz. Bot. Gesellsch. 53.
Marbut, C.F.	1922	Outline of a scheme for the differentiation of soil into mapping units on a uniform basis for all countries. Gestencilde nota van "the First Intern Congress of Soil Scientists".
Mückenhausen, E.	1936	Die Bodentypenwandlungen des Norddeutschen Flachlandes. H. Preuss. Landesamt für 1935.
Ramann, E.	1911	Bodenkunde, Berlin
Ramann, E.	1918	Bodenbildung und Bodeneinstellung. Berlin.
Stremme, H.	1936	Die Böden des deutschen Reiches und der freien Stadt Danzig
Stremme, H.	1950	Die Böden der Deutsche Demokratischen Republik
Tanasijevic, D., M. Sandic en N. Pacicevic	1951	Types de sols dans les environs de Belgrado et d'Obrenovats. Annales des sciences agronomique. Annees IV, Numero 6.
Tanasijevic, D. en Pacicevid, N.	1953	Soil cover of the Macva, Pocerina and Jadar regions. Zemljista i Biljka. God II, no. 2
Thorp, J. en G.D. Smith	1949	Higher Categories of Soil Classification: Orders, Suborders and Great Soil Groups. Soil Sci 87.2
Veenenbos, J.S.	1953	Heterogenisatie van het bodemprofiel in Nederland. Boor en Spade VI, pp. 23-30. Wageningen.
Verslag	1954	Pvro Savetovanje Jugoslovenskog drustva za proucavanje zemlista. Beograd.

f. RODE MIDDELLANDSE ZEEGRONDEN

1. Inleiding

De verschillende rood gekleurde gronden, die men samenvat onder de naam Rode Middelandse zeegronden "Terra Rossa" (Slavisch: Crvenica) komen ook voor langs de Adriatische Zee in Dalmatië en Istrië. In Istrië zijn de Terra Rossa's voor het eerst als "Istria rossa" beschreven, door Morlot (1848). Het zijn steeds gronden op krijt of op verspoeld verweringsmateriaal daarvan.

Het oude idee, dat men "Terra Rossa" moet beschouwen als een zuiver klimatologisch bodemtype, gevormd op kalksteen onder het semi-ariede middellandse zeeklimaat, is verlaten. De nieuwere opvatting is, dat de huidige bodemvorming plaatsheeft op een rood gekleurd "moedergesteente" (roche fille), dat zelf als een rode fossiele bodem, ontstaan uit kalksteen (roche mère), beschouwd moet worden. Deze rode fossiele bodems, "terres rouges" volgens Marcelin (1947), kunnen van verschillende aard zijn. In de dikte van deze oude, fossiele, al dan niet secundaire verplaatsbare bodems, kunnen grote verschillen optreden en de bodemerosie speelt bij dit alles een zeer grote rol. De rode kleur van de Terra Rossa is te danken aan de vorm, waarin het ijzer in de bodem voorkomt (Albereda en Alvira, 1950; Demolin, 1952). Volgens een onderzoek van Waegemans en Henry (1955) duidt de kleur 10R op niet gehydrateerd ijzeroxyde (F_2O3).

2. Het voorkomen van diepe en ondiepe gronden en de invloed van de bodemerosie

In Istrië is de diepte van de Terra Rossa zeer wisselend. Op de horizontaal gelaagde, platerige kalksteen, zoals die in west-Istrië voorkomt, vindt men ondiepe bodems (zie profiel 33). Op de vertikaal gespleten kalksteen van zuid- en midden-Istrië vindt men daarentegen ook diepere en soms zeer diepe fossiele bodems.

Hier zijn verschillende redenen voor:

1e. De verwering van de horizontaal gelaagde, sterk platerige kalksteen gaat niet zo diep en niet zo snel.

2e. De erosie is er door de minder grote doorlatendheid van de platerige kalksteen sterker geweest.

3e. Ook is de erosie er waarschijnlijk groter geweest, doordat op de horizontaal gelaagde kalksteen zich meer siallitische (plastische) "terras rouges" hebben gevormd, terwijl op de vertikaal splijtende kalksteen meer lateritische "terres rouges" ontstonden. Deze laatste hebben door hun hoge ijzer- en aluminiumgehalte stabielere structuurelementen, zonder veel krimp en zwel. Watererosie heeft op deze gronden weinig vat.

Hierdoor vindt men op de vertikaal splijtende kalksteen in zuid- en midden-Istrië en plaatselijk ook in het gebied ten oosten van Rijcka diepe bodems (7 à 8 m diep). Deze diepe bodems zijn waarschijnlijk vaak ouder dan de ondiepe siallitische "terres rouges", die door erosie steeds verjongd worden. Langs de kust (Dalmatië) vindt men op de vertikaal splijtende kalksteen echter ook ondiepe bodems en vaak ontbreekt de grond op de rosten geheel. Dit laatste is een gevolg van winderosie.

In voor- en najaar waait hier soms een zeer hevige, droge wind zeewaarts ("Bora"), die vooral op deze lateritische korrelige massa veel vat heeft. Daardoor is juist in de kustzone (Dalmatië) al het losse materiaal in zee geblazen (bv. profiel 30), terwijl men in Istrië, waar de Bora minder hevig is, nu nog de zeer dikke lateritische "terres rouges" aantreft (profielen 8 en 9). In de kuststrook vindt men daarentegen het

kale karstlandschap met Terra Rossa in doluen en poljes. Het gehele bodemprofiel is hier verdwenen en de onverweerde kalkrots ligt aan de oppervlakte. Deze oppervlakte is zeer onregelmatig en vertoont allerlei nissen en holen, doordat plaatselijk de verwering minder diep is gegaan. Dit en de latere versplintering van deze kalkrotsen door hitte en kou geeft dit land zo'n troosteloze aanblik.

3. De aard van de "fossiele bodems"

De fossiele "terres rouges", die als moedergesteente voor de huidige bodemvorming optreden, zijn zeer verschillend van aard.

Voor Joego-Slavië zijn, zoals reeds werd opgemerkt, twee typen van fossiele "terres rouges" als moedermateriaal belangrijk en wel de kiezelzuurrijke "siallitische) "terres rouges" en de ijzer- en aluminiumrijke (allitische) "terres rouges".

a. De siallitische "terres rouges" worden beschouwd als het verweringsprodukt van de harde kalkstenen rond het Middellandse zeebekken ontstaan in de verschillende pleistocene regentijden, dus in een gematigd humied klimaat. Bordas (1943) beschrijft hoe zich in de holen, die zich door de oplossing van de kalk vormen en waarin een koel humied microklimaat heerst, een ophoping van onoplosbare elementen vormt. In holen, waarin in het Pleistoceen dieren huisden, vindt men rood verweerd, kleiïg materiaal. Naast dit onoplosbare materiaal van de vrijwel zuivere kalksteen (in hoofdzaak kleiïge bestanddelen; kleicomplexen van Marcelin (1947); de eigenlijke "Terra Rossa" in geologische zin) bevinden zich in deze "terres rouges" allerlei vreemde elementen, zoals ingewaaid stof, verweringsresten van gesteenten, die op de kalk hebben gelegen, enz. (afvalcomplex van Marcelin, 1947). Dit alles bij elkaar vormt een homogene, rood gekleurde laag, vrij rijk aan ijzer en aluminium en met een groot gehalte aan Si, waarop de huidige bodemvorming plaatsheeft. Als kleimineraal is vooral typisch halloysiet (Bramao e.a. 1950) nauw verwant aan kaoliniet en gevormd in basisch milieu volgens Edelman (1953).

Deze "terres rouges" zijn kalkarm, neutraal tot zwak zuur, maar hebben een hoge basenverzadiging. Ze vormen een in natte toestand sterk plastische en kleverige leem, die tamelijk dicht is en gemakkelijk peptiseert. De SiO_2/R_2O_3 verhouding is in het algemeen 2 of >2.

Bordas (1943) en Demolin (1952) beschrijven dit rode moedergesteente voor Zuid-Frankrijk. Het is waarschijnlijk, dat we deze kiezelzuurrijke (siallitische) "terres rouges", waarop zich volgens Kubiëna (1953) de "lemige" Terra Rossa vormt, ook moeten aannemen voor de Terra Rossa's op de horizontaal gelaagde kalkstenen van west-Istrië.

b. Een andere vorm van "terres rouges" als moedergesteente voor rode Middellandse zeegronden zijn de fossiele lateriet bodems (allitische "terres rouges"). Deze komen in Istrië veel voor (zie ook Kubiëna, 1953). Demolin (1952) beschrijft ze ook van Zuid-Frankrijk, waar ze volgens hem, onder invloed van een vochtig tropisch klimaat, zijn ontstaan. Dit moedermateriaal is zeer arm aan silicaat, basen en zuur. Er komt plaatselijk veel bauxiet in voor. Deze lateritische verwering moet, evenals in Frankrijk, zeer oud zijn. De bauxiethoudende "terres rouges" kunnen na hun ontstaan nog sterk verplaatst zijn. Door deze secundaire verplaatsingen is de winbare hoeveelheid bauxiet plaatselijk sterk vergroot. We zagen zowel verplaatste bauxiethoudende "terres rouges" (profiel 32) als niet verplaatste (profiel 34). In Istrië wordt de rode en witte bauxiet op vrij grote schaal gewonnen voor de aluminiumfabrikage. Kubiëna (1953) noemt de hierop onstane gronden allitische Terra Rossa's. Door hun grote doorlatendheid en stabiele structuur zijn ze weinig gevoelig voor erosie.

4. De huidige bodemvorming

De Terra Rossa's zijn, zoals reeds werd opgemerkt, gebonden aan het verweringsmateriaal van het krijt. Velen menen, dat de Terra Rossa als een fossiele bodem beschouwd moet worden en dat het huidige klimaat in een groot deel van het gebied van de Middellandse Zee veel meer bruine bodemvormingen tot gevolg heeft, althans onder de natuurlijke bosvegetatie. Zo neemt Mancini aan, dat in Italië de werkelijke grens tussen rode en bruine bodemvorming veel zuidelijker ligt dan de tegenwoordige verbreiding van de rode en bruine gronden laat zien.

De verbruining van de bovengronden op de Terra Rossa is vaak ook verder voortgeschreden dan men thans wel zou denken. Onder bos heeft deze grond nl. vaak een bruine kleur, die hij door het landbouwkundig gebruik weer verliest. Erosie, oxydatie van de humus en mogelijk een hydratatie van het ijzer kunnen hierbij een rol spelen (zie Edelman, 1953). Alle auteurs wijzen op dit lage humusgehalte. Hoewel in het grootste gedeelte van het Middellandse Zeegebied de Terra Rossa mogelijk fossiel is, is dit misschien toch niet overal het geval. Aubert (1950) wijst erop, dat zich op kalksteen onder bos in Marokko, wel direct rode bodems schijnen te vormen.

Op plaatsen met grote regenval in de winter, waartoe het westelijk deel van Kroatië gerekend moet worden (1500 à 1000 mm per jaar, waarvan slechts 300-200 in het groeiseizoen), treft men gepodzoleerde Terra Rossa's aan.

Specimina van de allitische (lateritische Terra Rossa's werden ons ten westen van Karlovac in Kroatië en in het midden van Istrië getoond.

Waar de regenval zeer hoog is (1500 mm, west-Kroatië) treft men op de zure allitische "terres rouges" een bodemprofiel aan, dat een min of meer uitgesproken A2-laag bezit, door Dr. Nejgebauer aangeduid als "gepodzoleerde Roterde mit Bauxiet". De term gepodzoleerd moet men in dit verband niet opvatten als het vormen van een podzol, maar als de vorming van wat men in de Amerikaanse literatuur een podzolic noemt. Bij deze gronden vindt men een duidelijke kleiverplaatsing uit de bovenste A- naar de diepere B-lagen. De gronden dragen hier een zeer zure vegetatie met bv. Adelaarsvarens en Juniperus en als bomen: beuk, eik en iep. De vrij sterk humeuze A1-laag is uitgesproken bruin (zie profiel 31).

Afwisselend hiermede treffen we ook gepodzoleerde Terra Fusca's aan en bodemvormingen op fossiele bodems, die tussen Terra Fusca en siallitische Terra Rossa in staan.

In Istrië komen dergelijke gronden niet voor. De A2-lagen zijn hier, ook daar waar geen erosie is geweest, over het algemeen onduidelijk, de bovengronden zijn minder humeus en de "terres rouges" zijn roder. De regenval is hier dan ook lager (1000-1100 mm). Toch heeft er in allitische Terra Rossa nog flinke uitspoeling van klei plaats. De B-lagen vertonen altijd duidelijke kleihuidjes en Kurtagic duidde deze gronden aan als "schwach verbraunte Terra Rossa's". De pH in de B-lagen en dieper in het profiel is steeds laag (± 4.5), terwijl de verzadigingsgraad van het adsorptiecomplex in de diepere lagen niet hoger is dan 14% (zie tabel).

Tabel 1.

	diepte	pH	verz.gr. v.d.adsorptiecomplex	klei	Al_2O_3+ Fe_2O_3 (in 20% HCl)	SiO_2 (in 20% HCl)	Verhouding SiO_2/R_2O_3
profiel a	0 - 25	-	56%	15%	16%	8%	0.5
	25 - 60	-	-	34%	16%	10%	0.6
	70 - 90	4.5	14%	34%	20%	16%	0.8
profiel b	0 - 23	-	-	-	12%	8%	0.7
	23 - 44	-	-	-	13%	13%	1.0
	44 - 70	-	-	-	14%	13%	0.9
	70 - 100	-	-	-	15%	20%	1.3

De bovenlagen van deze profielen bezitten steeds een hogere pH en basenverzadigingsgraad (zie tabel), doordat overal wel wat kalkstof is ingewaaid. Al deze gronden hebben zeer lage SiO_2/R_2O_3 verhoudingen en vertonen een deel van de eigenschappen, die Aubert (1954) als typisch voor lateriet opgeeft.

Tussen Pula en Barban en tussen Zining en Pazin en bij Pazin in verlaten bauxietgroeven toonde men ons 3 zwak verbruinde allitische Terra Rossa's (profiel 32, 34 en 35) met veel bauxiet in de ondergrond, die in profiel 15 waarschijnlijk autochtoon was (niet verplaatst), maar in de profielen 34 en 35 duidelijk secundair verplaatst door solifluctie of iets dergelijks.

De gronden hadden overal ongeveer hetzelfde voorkomen. Behalve zeer diepe gronden komt hier en daar ook de verweerde rots geheel of bijna aan de oppervlakte (profiel 34). De diepe allitische Terra Rossa's zijn goede gronden. Ze hebben grote behoefte aan fosfaat en lijden ook vrij sterk aan droogte. Het profiel in de bovengrond 2-3 1/2% humus bevat in het voorjaar over 1 m diepte een hoeveelheid water van 70-120 mm (beschikbaar + niet beschikbaar). Door de droge Bora in april verdampt snel een groot deel hiervan, terwijl in het gehele groeiseizoen maar hoogstens 200 mm valt. De diepwortelende wijnstok is nog een van de beste gewassen. Ten behoeve van de wijnbouw wordt wel tot 1 m diepte gespit, waardoor de grond nog veel roder wordt. Op een akker, waar de A-laag gedeeltelijk was verdwenen, troffen we een bovengrond van oranjebruine (5YR4/6) leem aan met fijne kruimels tot afgeronde blokjes en een donkerbruinrode (2 3x2 1/2YR3/6) ondergrond.

Aan de westkust van Istrië komen de ondiepe siallitische Terra Rossa's voor, waarvan ten noorden van Pula een profiel (profiel 33) onder bos met een A-laag getoond werd. Deze gronden zijn nooit veel dieper dan ca. 40 à 50 cm en daardoor zeer droog. De rode leem uit de B-laag is steeds vrij zwaar en vet. De A-laag is op het bouwland vrijwel overal door erosie verdwenen. De pH van deze gronden is steeds neutraal tot alkalisch en de verzadigingsgraad van het adsorptiecomplex is vaak 20%, een eigenschap, die ook door Reifenberg (1950, Durant, 1954, Albareda, 1950 en Aubert wordt genoemd voor de siallitische Terra Rossa's rond de Middellandse Zee, die in de meerderheid zijn.

Op een akker tussen Vodujah en Savizento troffen we een donker roodbruine bovengrond aan (B-laag), die via een laag, waar dezelfde rode leem met kalksteenbrokken gemengd was op 35 cm reeds in praktisch onverweerde kalksteen overging. De akkers in dit gebied zijn steeds bezaaid met kalksteenbrokken; ze zijn nog slechter dan in het gebied van de diepe allitische Terra Rossa's en men ziet er veel dennenbos.

5. Literatuur

Albareda, J.Ma. and T. Alvira	1950	Mediterranean soils of the Spanish Levant and North Africa. Transact. of the IV Int. Congr. of Soil Sc. Amst. 1950. Vol II p. 185-186.
Aubert, G.	1950	Discussion at the paper of Albareda, J.M. and T. Alvira. Transactions of the IV Int. Congr. of Soil Sc. Amst. 1950. Vol IV p. 133.
Aubert, G.	1954	Les sols latérique. Actes et comptes rendus V Congr. Int. de la Science du Sol. Léopoldville 1954. Vol I, p. 103-119.
Bordas, J.	1943	Essai de pédologie méditerranéenne. 104 p. Impr. Nat. Paris, 1943.
Bramao, L., J.G. Cady and S.B. Hendriks	1950	The determination of halloysite and its use in the study of red soils. Transactions of the IV Int. Congr. of Soil Sc. Amst. 1950. Vol. 1 p. 313.
Demolin, A.	1952	Dynamique du Sol. Paris 1952
Durant, J.H.	1954	La classification des sols utilisée par les cartes pédologique d'Algérie. Actes et comptes rendus V. Congr. Int. de la Science du Sol, Léopoldville 1954. Vol. IV, p. 168-175.
Edelman, C.H.	1953	Repetitiecollege bodemkunde januari 1953, niet gedrukt.
Kubiëna, W.L.	1953	Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart 1953.
Mancini, F.	1954	Recent soil surveys in South Italy. Ectes et Comptes Rendus Ve Congr. Int. d.l. Science du Sol, Léopoldville 1954. Vol. IV, p. 32-39.
Marcelin,	1947	Observation sur des terres et des sols en région méditerréenne, 1 vol, 146 p. 1947, Impr. Chastenier Nîmes.
Morlot,	1948	Geologische Verhältnisse von Istrien. In Haidingers Naturwissenschaftliche Abhandl. Wien.
Reifenberg, A.	1950	Discussion of the paper of Albareda, J.M. and T. Alvira. Transactions of the IV Int. Congr. of Soil Sc. Amst. 1950, 1. 133.
Waegemans, G. en P. Henry	1954	Sa couleur des latosols en relation avec leurs oxydes de fli.

Profiel no. 1

Profiel in de vlakte van de Iczica (bij Ljubljana)

Hor. Diepte	Kleur	Kalk	Opmerkingen
A11	10YR1^{5}/1.5	-	iets ingedroogd veen structuur: blocky, vrij hard (3-5 mm)
30			
A12	10YR2^{5}/2	-	kleiig, veraard veen, gyttja-achtig/ baggerachtig, structuur: id
35			
		kalk-gyttja	met veel schelpjes, o.a. van Benthynia pentaculata planorbioplana
BG	2^{5}Y-7^{5}/4		enigszins horizontaal gelaagd
			enige tot veel wortelgangen, waarlangs ijzerhuidjes
			tot 60 cm scheuren, opgevuld met materiaal uit de bovengrond
100			
-	2^{5}Y5^{5}/2	idem	met veel wortelgangen, zonder ijzerhuidjes
			langzaam overgaand in:
180			
-	5Y5/1	zeer kalkrijk	gyttja-achtige slappe klei, zonder schelpen
300			

Profiel no. 2

Profiel in een diluviale binnenzee bij Capic (Istrië)
Halfweg tussen de rand en het midden

Hor. Diepte	Humus	Kleur	Kalk	Opmerkingen	<2 mu
	zeer zwak	2^{5}-5Y4^{5}/3	25-35%	zeer fijnzandig	40
50					
	id.	2^{5}Y-5Y5^{5}/3	25-35%	id.	40
60					
	-	id.	id.	id.	20
75					
	-	id.	id.	id.	4
90					
	-	-	id.	gelaagd, zand en klei	afwisselend 0-5 <2 mu ca. 40 <2 mu
120					

Profiel no. 3

70 km oost van Zagreb, raai vanaf autoweg richting Sava ± 200 m zuidelijk van autoweg

Hor. Diepte	Humus	Kleur	Kleur rt	Kalk	Opmerkingen	Textuur <2 mu	Textuur <16 mu
	2	10YR5/15	7^{5}YR4/4	o	veel roest	40	60
					langzame overgang		
40							
	0.5	2^{5}Y5/1	10YR5/6	o	vrij veel roest	40	60
					langzame overgang		
70							
	0.5	10YR5^{5}/2	10YR5/6	o	minder roest	35	55

Profiel no. 4

± 1000 m zuidelijk van autoweg, op oeverwalletje in de buitenbocht

Hor. Diepte	Humus	Kleur	Kalk	Opmerkingen	Textuur <2 mu	Textuur <16 mu
	2	bruin	zwak	met schelpjes	42-44	60
40						
	0.5	grijs-bruin	zwak	overgang bruin naar grijs	42-44	60
60						
	0.5	grijs	zwak		47-49	65
100						

Profiel no. 5

Smonitza's op tertiaire meerbodem
Tussen Topola en Kragujevac

Hor. Diepte	Humus	Kleur gewr.	Kleur	Kalk	Structuur	Opmerkingen	Textuur
A10	4	10YR3/1-	huidjes 10YR3/5	kalk-loos	samengesteld kruimelig, nat zachte subangular blocky (0.5-0.20 r)	pH 6 à 7	55-60% <2 mu
18							
A12	4	5Y4-/1-	huidjes 5Y3-/1-	angular blocky elementen (1-0.5 cm)	geheel beworteld zeer ondoorlatend		55-60
50							
AC	2	lichtere vlekken: gewr. en ongewr.: 5Y4/1		>10%	-	zwart met lichtere vlekken	id.
70							
C	0.5	-	5Y5/1	zeer kalkrijk aangerijkt	-	iets roest	id.

N.B. Bovengrond V = 62-72%, S = ± 40, C/N = 20

Profiel no. 6

Oostzijde van de Tisa, tegenover Senta, vlak achter de dijk.

Hor. Diepte	Humus	Kleur	Kalk	Opmerkingen	Textuur (<2 mu)
A11	6	10YR4/1-	zwak		25-30
				vanaf 30 roestspikkels	
40					
A12	4.5	2^{5}Y4/1-	zwak		30-33
80					
AG	1	2^{5}Y4/2	zwak	roest: 10YR4/4 gipskristalletjes	35-40

Profiel no. 7

Alluviale Smonitza's, 1 km ten oosten van de Tisa bij Coka

Hor. Diepte	Humus	Kleur	Kalk	Structuur	Opmerkingen	Textuur
A11	5 à 6?	$2^5Y-2^5/0$	zwak kalkh.	scherpe nootjes (ang. blocky) groot 12 mm zeer dichte structuur, geen gangen	bovengrond gescheurd misschien humushuidjes geleidelijke overgang	42-48% <2 mu
40						
A12	5 à 6?	2.5Y3/0	id.	structuurelementen naar beneden wat groter	met roest	40 <2 mu
60						
AC	2 à 3?	lichtere vlekken 5Y4/1	id.	-	overgangshorizont sterk vermengde kleuren van boven- en ondergrond veel roest	40% <2 mu
90						
C	0.5	-5Y5/1	id.	-	veel roest	33-38% <2 mu

Grondwaterstand in kuil 90 cm - m.v.
Grondwaterstand in boorgat na 3 kwartier ± 45 cm - m.v.

Profiel no. 8

Profiel in (zware) rivierafzettingen langs de Sava nabij Sabac
Zware stroomgrond in zwakke depressie tussen twee ruggen

Hor. Diepte	% slib	% humus	$CaCO_3$	Kleur	Structuur
20	50	4		10YR4/2	a VI + VII
30					
40	50	3 2	2	gevlekt: 10YR4/2 10YR3.5/3	2/b V
50			3	10YR4/4	
60	33	1.5	kalk stenen	(met enkele donkere vlekken)	a VII
70 80 90 100 110	33		3 zeer veel kalkstenen (concreties)	10YR5/4	b V (?)
120 130 140	16			10YR6/4	
150 160 170	5	-	3 zachte kalk-concreties	10YR6/4	0

Profiel no. 9

Profiel in (zware) rivierafzettingen langs de Sava nabij Sabac
Lage (vochtige) zware komgrond

Hor. Diepte	% slib	% humus	$CaCO_3$	Kleur	Structuur
10	60	± 11	2 (2-3%)	vrij veel kleine roestvlekken matrix 10YR3/1 roest 7.5YR3/3 gemengd 10YR3/2	a VI
20					
30	75	9-10	3 (6-7%)	10YR2/1 10YR2.5/1 kleine roestvlekjes	3b IV (-5c/d II) ?
40					
50		8	3 (8-10%)		
60					
70			met	-10YR3.5/5	
80	80		kleine		
90			kalk-	geleidelijk	
100			concreties	vrij veel roest-	
110				vlekken	
120		6.5		7.5YR3/3.5	
130				10YR4/0.5	

Kleurvalue neemt zeer geleidelijk toe.
Chroma verdwijnt.
Gehele profiel lijkt op laklaag van Nederlandse komgrond.

Profiel no. 10

Profiel in (zware) rivierafzettingen langs de Sava nabij Sabac
Vrij lage zware oeverwal

Hor. Diepte	% slib	% humus	$CaCO_3$	Kleur	Structuur	Hellige pH
10	55%	6%	0	10YR3/2 (geen roest)	a IV	5.5
0	65	5	0	10YR3/1 (zeer kleine roestv.)	b IV	5.8
		4.5	matrix 0	2.5Y4/1		
	65 70		kleine kalk- vlekjes		b/c IV	
		1.5	enkele kalk- concreties	2.5Y4/2 enkele Fe en Mn vlekken		
	60	0.5	3 veel harde kalk- concreties	2.5Y4/2.5 fijn verdeelde ijzer oxyd. vl.	0	

Profiel no. 11

3 km ten westen van Futoy, rivierafzetting van de Donau
J. Slavische naam: Livadska crnica (dark meadow soil)

Hor. Diepte	Humus	Kleur	Kalk	Structuur	Opmerkingen	Textuur
A1 15	4-5	10YR3^5/1	kalkrijk	iets platerig		15-20
B 45	5-6	10YR3^5/1 10YR4/1 (gewr.)	id.	subangular blocky kleine zachte elementen iets pilaarachtig humushuidjes	onregelmatige overgang	20-25
G1 100	0.5	5Y6/2	id. 45-65 kalk-concr.	structuurloos	vage roest, lutumgehalte afnemend tot fijnzand (M50 iets boven 100 mu)	7-8
G2	0	5Y6/2	kalkrijk	id. vage roest	op 110 cm een zwak kleiig bandje met iets roest en grote kalkconcreties	0-2

Profiel no. 12

Zandige swampy Crnica, noordelijk van Palvo
(Peshovita Ritska Crnica)

Hor. Diepte	Humus	Kleur	Kalk	Structuur	<2 mu
A11 30	10	2^{5}Y2/1^5	kalkrijk	weinig subangular blocky grote elementen, zeer compact iets gliedeachtig	5
A12 60	5.7	2^{5}Y2/1-	id.	compact subangular blocky kleur geleidelijk overgaand in:	-
A13 90	5.7	10YR3/1	id.	naar beneden steeds grijzer	-
B 110	-	10YR6/1	-	kalkgyttja, geleidelijk overgaand in:	-
BG 140	-	5Y-7/2	-	om wortelgangen (recente) roest (2^{5}Y6-/6) zwak slibhoudend zand	8 15 <50 mu

grondwater 140 cm - m.v.

Profiel no. 13

Chernozemgronden vlak voor Ruma
Profiel in zwakke depressie. Hydrogene? Chernozem

Hor. Diepte	Humus	Kleur dr	Kleur vochtig	Kalk	Structuur	Opmerkingen	Textuur
A11	5-7	10YR2^{5}Y5/1^5	10YR3^5/1^5	3	-	bovengrond	20-30% <2 mu
40							
A12	2-3	10YR4/1^5	-	3	sterker plastisch	vanaf 50 cm kalk-aanrijking	iets zwaarder
60							
ACg						gevlekte horizont, bruine vlekjes: 10YR4/2-6/3	22-26% <2 mu

De grond lijkt te zwaar voor uitsluitend löss, mogelijk fluviatiele beïnvloeding.

Profiel no. 14

Chernozemgronden vlak voor Ruma
profiel iets hoger, weinig verschil met vorige profiel

Hor. Diepte	Humus	Kleur	Kalk	Structuur	Opmerkingen	Textuur
A11	humeus	-	-	zee	-	-
20						
A12	-	10YR4/1	-	iets stijvere kruimelstructuur (evnt. zwakke B-vorming)		-
				iets kruimeliger dan A12 van vorige profiel		
65						
Ac	-	-	pseudo-mycelium	-		
			100 kleine kalkconcr.		100 zwarte molgangen geleidelijke overgang	
			120			

De grond lijkt te zwaar voor uitsluitend löss, mogelijk fluviatiele beïnvloeding.

Profiel no. 15

Proefstation (afd. Selectie), Chernozem
Proefveld Rimski Santevi (Romeinse Schans)

Hor. Diepte	Humus	Kleur dr.	Kleur vochtig	Kalk	Structuur	Opmerkingen	Textuur
A1p	5%	gewr. 10YR3/2	10YR3/2	pH(H2O)8.3 pH(KCl)7.3	pseudokruimel-structuur	humushuidjes 10YR3/15	15-20% <2 mu
20							
A12	-	gewr. 10YR3/2	-	-	subangular blocky 2-3 mm	huidjes: 10YR 3/1. Consist. zacht	-
30							
A13	4%	idem		pseudo mycelium	subangular blocky, iets prismatisch, 2-3 mm	-	-
55							
AC	ca. 2%	gewr. 10YR4/2	2⁵44/15		granulair naar subangular blocky	- geleidelijke overgang	-
115							
C	-	-	2⁵Y6⁵/4	-	granulair 2-3(4)mm	-	-

Profiel no. 16

Hydrogene Chernozem met grondwater op ± 2 m (in depressie) Srbobran
Perceel tarwe (reeds geoogst)

Hor. Diepte	kleur dr.	kleur vochtig	Kalk	Structuur	Opmerkingen
A1p	-	10YR3/1	-	afgerond-hoekig bovenste 5 cm kruimel	-
20					
A12	gewr. 7⁵YR3/15	iets vochtig 7⁵YR3/1	op 40 cm pseudo myc.	-	Wormgangen geheel opgevuld met worm-excrementen
110					
AC	-	-	-	-	geler met onderbrekingen door crotovina's
150					
ACg	-	-	-	-	roestvlekjes op 150 cm (vochtig)
180					
Cg	-	2⁵Y7/4	-	-	wortels tot 2 m (tamelijk vochtig)

Profiel no. 17

Chernozem (iets hoger op de helling, hoger deel van het terras)

Droog. Lijkt geërodeerd, mogelijk is materiaal verplaatst naar vorige plaats (16)

Hor. Diepte	Kleur dr.	Kleur vochtig	Kalk %	Opmerkingen
Alp	-	5YR4/1 tot 4/1	-	-
20				
A12	gewr. 7.5YR3/1	10YR3/1	op 30 cm pseudo myc.	- snelle overgang
35				
AC1	10YR25/2	gewr. 10YR6-/3		
50				
AC2		10YR4/2		wordt hier granulair

0-55 cm: 40 cm vochtig en donker
15 cm bleek (droogi)

Profiel no. 18

Chernozem (wat vochtig)
In stuifzandgebied bij Subotica (Noord-Vojvodina)

Hor. Diepte	Kleur dr.	Kleur vochtig	Kalk	Opmerkingen	Textuur
A opgebracht					lemig, zeer fijn zand
10					
A1p	-	7.5YR3/2	zwak kalkhoudend	-	-
30					
A12	-	iets vochtig kalkhoudend 7.5YR4/2 nat gemaakt 10YR3/2		-	100 à 110 mu zand
60					
A13	-	7.5YR3/2	-	-	iets fijner
95					
A14	-	-	kalkrijk	overgang	-
115					
AC	-	10YR5/5	-	overgang naar C 2 cm	-
130					
C	-	2.5Y7/4	-	-	zwak lemig (10%) fijn zand

5 m verder sterke kalkophoping in de C (mycelium)

Profiel no. 19

Chernozemgronden nabij Srbobran op onderlinge afstand van ± 60 m
in een onderling hoogteverschil van ± 70 cm
Profiel in laagte

Hor. Diepte	% Humus	Kleur (vochtig)	Kalk	Structuur	Opmerkingen
10	± 6	10YR3/2	2	a VII	bovengrond ook in droge toestand makkelijk verkruimelbaar
20					
30		10YR3/1			humus colloiden huidjes
40	± 4	gerweven:	3	a IV-Se III	
50		10YR3/2			
60					
70		10YR3/1			aanvankelijk nog
80	± 4	gewreven:	3	a IV	humushuidjes
90		10YR3/2	kalk		worden zwakker
100			pseudo-		na 1 m niet meer
110			mycelium		aanwezig
	± 3			aV	
120		10YR3/3			
130					
140					
150	± 2		3		gevlekte overgangszone
160	0		pseudomyc. grote harde kalkconcreties	0	naar loessondergrond
170					
180		10YR5/4	3 pseudomyc. concreties	0	

zeer diep doorworteld, vooral langs zeer talrijke diepgaande wortelgangen ook in loessondergrond
kalkmycelium ook langs wormgangen naar diepere lagen

Profiel no. 20

Chernozemgronden nabij Srbobran op onderlinge afstand van ± 60 cm
in een onderling hoogteverschil van ± 70 cm
Profiel op hoogte

Hor. Diepte	% humus	Kleur (vochtig)	Kalk (vochtig)	Structuur	Opmerkingen
10 20	± 6	10YR2.5/2	2	a VII	
30 40	± 4	10YR2/2- gewr. 10YR3/2	3	a V	matig sterk gecoat
50 60	± 3	mengkleur: 10YR5/3 (droog 10YR6/25)	3 veel kalk- pseudomyc.	a VI a VII	coatings worden zwakker en verdwijnen enigszins wittig gevlekte horizont
70 80 90 100 110	matrix 0	matrix 10YR5/3 opgevulde gangen 10YR3/2	3 veel kalk- myc.	 0	gevlekte zone overgang naar loessondergrond
120 130 140 150 160 170 180	0	10YR6/4.5 (op 1.45 m nog molgang met bovengrond: 10YR3/2	veel groter en kleine harde kalk- conc.	0	

Diepe beworteling
Tot op grote diepte met bovengrond opgevulde
mollen- en wormgangen

Profiel no. 21

Chernozem. Weg van Backa Topola naar Senta, vlak voor Tornjos
Gewassen: mais, graan, tomaten, tabak (locaal)

Hor. Diepte	Kleur dr.	Kleur vochtig	Kalk	Structuur
A1p		10YR3/1.5	-	bolletjes in humushuidjes (pseudokruimels) en losse korrels, deels zonder humus poreusheid van de pseudokruimels vrij gering
18				
A12	-	-	-	1)
42				
Ac	bovenin	10YR4/2-5/3	vrij veel	2)
	vlekken	10YR6/4	kalkmyc.	
	onderin	10YR6/4-7/4		
75				
C	-	10YR6/4-7/4	-	-

1) subang. blocky duidelijk vaster dan bovenin, naar beneden zachter, meer kruimelstructuur, elementjes + 3 mm, humushuidjes, humus vlekkerig, vooral in holten van vlakke gedeelten, naar beneden toe minder uitgesproken humushuidjes. Kalkmycelium op humus, naar onderen iets meer wortels. Enkele grotere gangen, kleine niet goed te zien.

2) Zachtere structuur (kruimeliger)
Van A12 gaat in donkere gedeelten van AC door.

Profiel no. 22

Solonetz op oude Donau-afzetting bij NoviSad
A2 grotendeels geërodeerd

Hor. diepte		Kleur vochtig	Structuur	Textuur
A2	0 à 10	$2^5Y5/2$	-	± 10% <2 mu
str.) text) B		$2^5Y3^5/2$	angular-subangular blocky (2 mm - 1 cm) resistent	20-25% <2 mu
	25 à 35			
C		$2^5Y6/3$	-	± 17% <2 mu

Profiel no. 23

Profiel Coka en de Banat: Solonetz. Profielbeschrijving op punt, waar A1 en deel A2 geërodeerd

Hor.	diepte	Kleur droog	Kleur nat	Textuur	Structuur vorm	Structuur ontw. graad	Duidelijkheid hor.	Ca	Zout	Opmerkingen
	05	10YR6+/3	10YR4/5	15-20% <2	sponsstr.	3	d1	0	0	sponsgaatjes 0.1 à 2 mm
A2		10YR5/3	10YR3/2	15-20% <2	bI+aIV+V	1/2	d1	0	0	
	7									
B21	10	10YR3/1+	10YR3/1	30-33% <2	a/b III+IV	3	d2	0	+	zwakke klei-humus huidjes
B22	20	10YR3-/1 gewr.: 10YR3+/2	gewr.: 1)YR3/1	32-35% <2	a I+IV- SdI+IV- SeIII+IV	3 2 1/2	d3	0	kristallisaties van Na2CO3. Kristallen op struct.ele., vooral op hor.vlakken van platen pseudo-sodan myc.)	zeer duidelijke klei-humus-huidjes. Vanaf bovenkant B22 kleine op vivioniet lijkende blauwe vlekjes
	30									
B3								- - - - - kalk brokken 0.5-1 m - - - - -	sterk zout vaag begrensde wittige soda vlekjes op structuurelementen, van boven naar beneden afnemend van 90% van opp. struct.elem. tot 0%	huidjes afnemend
	40									
	50	10YR4/2 gewr.:	–	32-35%	C IV+V	2/3		1		
	60	id.					d4	2		
	70									
	80									
	90									
BCG		10YR5/3 gewr.: 10YR5/3	–	22-27%	?		d4	2-3	hoge zoutconc.	nog zeer zwakke huidjes
	100									
CG		10YR6/4		20-25%	geen			3		loessondergrond

Solod nabij B Pelanka in Backa

Profiel no. 24

Hor. diepte	Horizon	Kleur	Structuur	$CaCO_3$	KCl pH	H_2O pH	Textuur Li_2CO_3 <2 mm	Textuur Li_2CO_3 2-20 mm	Textuur H_2O <2 mm	Textuur H_2O 2-20 mm	Structuur fact.	Duidelijkheid	Opmerkingen
10 20	A2	10YR6/3 (droog)	3 a I	0	4.9	6.3	12	38	8	39	33	d3	witte zandig aanvoelende bovengrond, sterk uitgeloogd
	AB (AB1)	–	–	0	4.8	6.3	18	40	10	38	44	d3	
30 40	B1 (AB2)	10YR5/3 (vochtig)	½a/bV	0	4.7	6.2	21	40	12	38	43	d2	zwak begin structuur B, zwakke coatings
50 60 70	B2t	10YR4/1 gewr.: 10YR5/3	3b/cIV	0	4.6	6.2	35	35	18	35	49	d3	zwaar aanvoelende zeer stijve vaste laag, sterke kleicoatings
80 90 100 110	B3	10YR4.5/4	2b/cIV 0	0	4.9 5.0	6.1 6.3	34	38	18	39	47	d4	nog enige zwakke coatings
120 130 140	BC	10YR5/4	0	1 (+0.40 %)	6.5	7.5	26	42	4	51	85		
150 160 170 180	C1	–	o	3 (17%) 3 veel kalkconcr.	7.0	8.0							enige Mn concreties kalkconcreties als stenen
190 200	C2	–	0	3									nog zwakke kalkaanrijking in loess

Structuurfactor = $\frac{\text{Col } Li_2CO_3 - \text{Col. } H_2O}{\text{Col } Li_2CO_3} \times 100$ (dus voor A2 $\frac{12-8}{12} \times 100 = 33$)

Nog vrij sterke wortelontwikkeling door B-horizont naar BC en C

Profiel no. 25

"Brown Forest Soil-Granica" by Topola, aan de weg Beograd-Kragajevac

Hor. diepte	Humus	Kleur gewr.	Kleur vochtig	Structuur	Opmerkingen	Textuur
A1	2-2.5%		10YR3.5/2	los samengesteld angular blocky en pseudokruimels	zwakke huidjes	30-35% <2 mu
16						
B21	1 1/2%	10YR4/2	huidjes: 7.5YR4/2	angular blocky elementen 0.5 - 1 cm	structuur sterk ontwikkeld	34-38% <2 mu
32						
B22	-	7.5YR4/2	huidjes 7.5YR4/2	angular tot subangular blocky huidjes 1/4-3/4 cm grote elementen	structuur veel minder sterk ontwikkeld naar beneden verandert langzaam naar subangular blocky	37-40% <2 mu
110						
B22	-	7.5YR4/4	huidjes 5YR3/3	-	ook langzame overgang naar iets rodere kleur	
160						
180					witte pantjes, zeer kalkrijk, vlak erboven geen kalk	

Profiel no. 26

Gray Brown Podzolic op mergelhoudende kalksteen
Ten westen van Karlovac. Bergachtig

Hor. Diepte	Humus	Kleur	Structuur	Opmerkingen	Textuur
A1	humeus	grijsbruin (LOYR5/3-5/2)	zwak fijn kruimelig - afgeronde blokjes	-	vrij lichte leem
20					
A2	-	geelbruin 10YR5/4	platerig	ook in zakken	lichte leem
60					
A3	-	geelbruin 10YR6/4	-	overgang naar de B-laag	-
70					
B2	-	geelbruine (gewr.) 10YR6/4 huidjes: 10YR4/3 (bruin)	vrij grove (0.5-1 cm) stijve afgeronde blokken met duidelijke huidjes	-	vrij zware leem
200					
B3	-	id.	id.	-	iets lichtere leem
240					
C	-	geelbruin 10YR5/4 huidjes: donkerbruin (7.5YR4/2)	taai, iets prismatisch gerangschikte afgeronde vrij kleine blokjes met glimmende huidjes	terra fusca	zware leem

Op zeer wisselende diepte (tot ca. 6 m toe) komt mergelhoudende kalksteen voor (Hor. D)

Profielschets:

Profiel no. 27

Twee podzolen, in het bosgebied ten westen van Rijcka in Salecina
Oud Abies-bos, 2000 à 2500 mm regen

Hor. diepte	Humus	Kleur vochtig	Opmerkingen
A1	moder	10YR2/2	Het gehele profiel is lemig tot zavelig
	–	–	
	mullmoder	10YR3/2	pH bovengrond volgens Skoric zeer laag
25			
A2	–	10YR5/2-7/2 vlekken: 75YR6/4	overgang naar B2 golvend, over 5 cm
35 à 45			
B2	–	10YR4/4 4/4, 4/3	onregelmatig van kleur. Vrij veel roestvlekken (5YR5(6)), onderin ook reeds grijze red. vlekken
60 à 70			

A1, waarschijnlijk een deel opgebracht, n.l. middenin een donkerder humeus deel, waarschijnlijk oude bovengrond

IJzerpodzol. In N.A.S. 6.132

Profiel no. 28

(20 m vanaf profiel 27)

Zandiger dan vorig profiel

Hor. diepte	Humus	Kleur vochtig	Opmerkingen	Textuur
A1	moder	5YR2/1	–	–
15 à 25				
A2	–	75YR7/2?	veel bont materiaal	iets lemig zand
40 à 45				
B2h	–	5YR3/3	slechts plaatselijk goed ontw.	–
48				
B2ir	–	5YR5/7	met enkele grijze vlekken	–

IJzerpodzol, overgaand naar een humusijzerpodzol

In N.A.S. 6.134 (of ook 6.132)

Profiel no. 29

Brown Podzolic by Mon. Grntarica tussen Kragajevac en Lapovo
Op de helling naar het dal, in twee klei-ingravingen aan de wegkant

Hor.	diepte	Kleur dr.	Kleur nat	Kalk	Structuur	Opmerkingen	Textuur
A1		10YR4/2	10YR4/2	kalkarm	subangular blocky	(gebroken grond) bij nat worden neemt de grond zeer snel water op en valt dan uit elkaar (zgn. zuiplapperige grond)	25% <2 mu matig grof zand
	25	gaat onregelmatig over in:					
B2		-	75YR6/6	kalkarm	-	(gebroken grond)	iets lichter
	80	gaat geleidelijk over in:					
Bc		-	10YR7/6	-	-	1 cm dikke bandjes (Br.P.-bandjes) 7.5YR5/6	iets lemig matig grof grindhoudend zand
	120						
C		- op 180: 10YR7/2	7.5YR8/4- 2.5Y7/2		-	bovenin nog bruine bandjes (7.5YR5/6) dieper andere dikke banden, die gedeeltelijk groengeel, gedeeltelijk bruin zijn	matig grof zand met veel donkere bestanddelen

Meestal bovenop geelgroen, naar beneden bruin er kwam echter ook bruin op geelbruin voor, deze banden zijn iets verkit. Ze zijn mogelijk pedogeen (grey brown banden), de groengele substantie lijkt de poriën tussen de korrels op te vullen.
Van dit materiaal werd een monster verzameld. De kleuren van de groengele banden zijn: 5Y-75Y6/4-8/4. Verder komen er violet-grauwe lagen in het zand voor 10YR7/2
N.A.S. 6.13 (ev. 7.1)

Profiel no. 30

Gepodzoleerde overgang tussen terra fusca en terra rossa

Ten westen van Karlovac. Ondiepe grond, rots plaatselijk aan de oppervlakte. Hoge regenval. Zure vegetatie.

Hor.	diepte	Humus	Kleur	Structuur	Opmerkingen	Textuur
A1		vrij sterk humeus	bruin (LOYR5/3)	kleine vrij zachte blokjes	-	vrij lichte leem
	10					
A2		iets humeus	bruin (75YR5/4)	kleine, afgeronde blokjes.	-	lichte leem
	25					
B		-	oranjebruin (5YR45/6)	prismaachtig gerangschikte vrij grote en harde blokken met huidjes	naar beneden gemengd met kalksteenbrokken	vrij zware leem
	65					
CD		-	-	-	vrij zachte kalksteen onregelmatig gescheurd, met nesten en scheuren met rode leem en rode vlekken	kalksteen

Profiel no. 31

Gepodzoleerde allitische Roterde, Weg-insnijding ten westen van Karlovac
Oppervlakte sterk geaccidenteerd. Uitstekende rotsen

Hor.[1]) diepte	Humus	Kleur	Structuur	Opmerkingen	Textuur
A1	tamelijk humeus	grijs		-	leem
A2	-	7.5-10YR4.5/4	platerig	voelt lössachtig aan. Dringt met scheuren in de B-laag	lichte leem
B1	-	gevlamd 5-7.5YR5/6	fijn afgerond blokkig	-	iets zwaardere leem
B21	-	-	fijn hoekig blokkig	met duidelijke bandjes van 5YR4/4	vrij zware leem
B22	-	huidjes: 2.5YR3/6-3/4 structuurelementen van binnen: 5YR4/6	zwak prismatisch samengesteld uit blokkig, met gladde huidjes	ook zwarte mangaanoxyde-houdende bandjes (2/o), de z.g. rode bauxietlaag Hieronder in grote nesten grijswitte bauxiet in brokken (10YR-2.5Y6/3) met witte strepen (10YR-2.5Y8/2) amorf en vrij zacht. Deze laag gaat vele meters door.	zware leem

[1]) diepten onbekend

Profiel no. 32

Zwak verbruinde allitische terra rossa met bauxiet
Tussen Pula en Barban in Istrië landschap bijna vlak tot zwak golvend

Hor.	diepte	Humus	Kleur	Structuur	Opmerkingen	Textuur
A1		weinig humeus	dr. 5YR4/4 roodbruin	zeer fijne en harde afgeronde blokjes	-	lichte leem
	2					
A2		zwak humeus	bruinrood 2^{5}YR3^{5}/6	harde, vrij grote blokjes tot afgeronde blokjes	-	lichte leem
	25					
B2		-	Indisch rood (10YR4/3-4/4)	harde, iets prismatisch gerangschikte, vrij grote blokken, met glimmende huidjes van dezelfde kleur	langzaam overgaand in:	leem tot zware leem
	100					
C		-	-	-	leem gemengd met grote en kleine brokken gele en rode bauxiet. (roodbruin 10YR4/4) zonder regelmaat door elkaar	-

D wisselende diepte (soms tot bijna aan de oppervlakte). Harde kalksteen, sterk volgens verticale lijnen verweerd, praktisch niet horizontaal gelaagd.

Profiel no. 33

Ondiepe siallitische (?) terra rossa op kalksteen uit het bovenkrijt
Bij Pula in Istrië, terrein vrij vlak

Hor.	diepte	Humus	Kleur	Structuur	Opmerkingen	Textuur
A1		weinig humeus	donkerroodbruin 5YR3/3	vet	-	vrij lichte leem
	3					
A2		zwak humeus	roodbruin 5YR3^{5}/4 (gewr.)	fijne afgeronde blokjes (5YR3/3^{5})	met donkerbruine humushuidjes	id.
	10					
B		-	roodbruin 2^{5}YR-10R 4/4	vet, kleine blokjes (1-2 mm)	gemengd met half en onverweerd kalksteen, brokken en platen	vrij zware leem
	25					
CD		-	-	-	harde onverweerde sterk platerige horizontaal gelaagde kalksteen, met boven rode aarde in de scheuren, wat naar beneden steeds minder wordt	-
	90					
D		-	-	-	onverweerde kalksteen	-

Profiel no. 34

Zwak verbruinde allitische terra rossa
Tussen Zeninj en Pazin in Istrië. Landschap vlak tot zwak glooiend

Hor.	diepte	Humus	Kleur	Structuur	Opmerkingen	Textuur
A1	20	humeus	roodbruin 5-2^{5}YR4/3	kruimelig tot korrelig	enkele bauxiet korrels	vrij lichte (± 30%) leem
A2	45	-	bruinrode 2^{5}YR4^{5}/6	kleine afgeronde blokjes	met wat geelachtige bauxietbrokjes	vrij lichte leem
B		-	donkerbruine rood (2^{5}YR3/6) tot bruinrode 10R3^{5}/6	vrij grote (tot ± 3 cm) iets prismatisch samengestelde stugge blokken met glimmende huidjes van dezelfde kleur	met plaatselijk in nesten vaal bauxiet	vrij zware leem

C van wisselende diepte tot zeer diep: autochtone rode bauxietbrokken gemengd met rode leem in blokjes met zwakke huidjes.

D zeer wisselend van bijna aan de oppervlakte tot zeer diep (tot 8 m): harde kalksteen, verticaal verweerd, zwak horizontaal gelaagd.

Profiel no. 35

"Posmegena Crvenica" Verbraunte allitische terra rossa
Aan de rand van een oude bauxietgroeve in Istrië (bij Pazin)
hoogte ± 400 m, regenval 1000-1400 mm in groeiseizoen 200-250 mm

Hor. diepte	Humus	Kleur gewr.		Structuur	Opmerkingen	Textuur
A1	matig humeus	–	5YR4-/3[5]	pseudo kr.	zeer veel wortels	1)
2						
A2	zwak humeus zwakke humus-huidjes	5YR4/4	huidjes 5YR4/3	fijn subangular blocky pseudokr.	veel wortels	45% <16 mu
28						
B21	zeer weinig humus geen huidjes of z. zwak		21/2-5YR 3[5]/5	fijn subangular blocky, zwak prismatisch	taai lemig	60% <16 mu
43						
B22	weinig humeus duidelijke huidjes	2[1]/2YR 4-/4	huidjes 2[5]YR4/4 glimmend	angular blocky 2-5 mm	kleihuidjes zeer plastisch zware leem	–
83						
	zeer weinig humeus	gewreven en huidjes geen verschil 2[5]YR4-/4		ang. blocky soms prismatisch elementen 1-3 mm vast	kleihuidjes minder duidelijk, minder glimmend zeer plastisch zware leem	
125						
C (Blateriet) -300 à 600 cm	zeer weinig hum.	op 2 m zwarte vlekken op wanden structuur-elementen (2[5]/0)	2[5]YR5/4	ang. blocky grote elementen tot 100 cm losse structuur	vrij sterk zwar-te bauxiethoud. geen huidjes	70% <16 mu

1) vrij zware leem met enige bauxietkorrels
In de diepere lagen sterk bauxiethoudend, tussen de bauxiet komt steeds rode grond voor met dezelfde kleuren als de C (B-lateriet)