

- Mattson, S.*, 1931: The laws of soil colloidal behaviour. V. Ion-adsorption and exchange. *Soil Sci.* **31**, 311-331.
- Mattson, S.*, 1931a: The laws of soil colloidal behaviour. VI. Amphoteric behaviour. *Soil Sci.* **32**, 343-365.
- Mattson, S.*, 1932: The laws of soil colloidal behaviour. IX. Amphoteric reactions and iso-electric weathering. *Soil Sci.* **34**, 209-240.
- Mattson, S.* and *Y. Gustafsson*, 1933: The chemical characteristics of soil profiles. I. The Podzol. *Lantbruks Högsk. Ann.* **1**, 33-68.
- Moormann, F. R.*, 1951: De bodemgesteldheid van het Oudland van Veurne Ambacht. Diss. Wageningen. Bodemkaart van België. I.W.O.N.L. Gent.
- Pallmann, H.*, *E. Frei* und *H. Hamdi*, 1943: Die Filtrationsverlagerung hochdispenser Verwitterungsprodukte im Bodenprofil einiger Glieder der schweizerischen Braunerde-serie. *Ber. Schweiz. Bot. Gesellsch.* **53A**.
- Schelling, J.*, 1952: Een bodemkartering van Noord-Limburg. Diss. Wageningen. Versl. Landbouwk. Onderz. **57**. 17. Serie: De bodemkartering van Nederland, X. 's-Gravenhage.
- Schuylenborgh, J. van*, 1950: The electrokinetic behaviour of the sesquioxide-hydrates and its bearing on the genesis of clay minerals. *Trans. IVth Int. Congr. Soil Sci.* **I**, 89-92.
- Schuylenborgh, J. van* and *A. M. H. Sanger*, 1949: The electrokinetic behaviour of iron- and aluminium-hydroxides and -oxides. *Rec. trav. chim.* **68**, 999-1011.
- Schuylenborgh, J. van* and *A. M. H. Sanger*, 1950: On the origin of clay minerals in the soil. *Landbouwk. T.* **62**, 347-358.
- Schuylenborgh, J. van* en *J. S. Veenbos*, 1951: Over de invloed van Magnesium op de structuur van sedimenten. *Landbouwk. T.* **63**, 709-714.
- Stevenson, R. E.*, 1934: Study on the alkalinity of some silicate minerals. U.S. Geol. Survey. Prof. Paper 185 A.
- Veenbos, J. S.*, 1950: De bodemgesteldheid van het gebied tussen Lemmer en Blokzijl in het randgebied van de Noordoostpolder. Diss. Wageningen. Versl. Landbouwk. Onderz. **55**. 12. Serie: De bodemkartering van Nederland, V. 's-Gravenhage.
- Veenbos, J. S.* en *J. van Schuylenborgh*, 1951: Het knip- of knikverschijnsel van kleigronden. *Boor en Spade* **IV**, 24-39.
- United States Reg. Salinity Laboratory*, 1947: Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S. Dept. Agr.
- Wiegner, G.*, 1926: Boden und Bodenbildung in kolloid chemischer Betrachtung. Ed. 5. Dresden-Leipzig.

3. DE NATUURLIJKE HOMOGENISATIE VAN HET BODEMPROFIEL IN NEDERLAND

The natural homogenization of the soil profile in the Netherlands

door/by

Ir K. J. Hoeksema

*Voordracht, gehouden tijdens de 29e Wetenschappelijke Bijeenkomst
van de Nederlandse Bodemkundige Vereniging te Utrecht op 14 November 1952*

Onder homogenisatie verstaan we de menging van de bodemdeeltjes onder invloed van flora en fauna. Bovendien oefent de mens door zijn cultuurmaatregelen een grote invloed uit op de menging van de bouwvoor, maar in deze voordracht zal voornamelijk de nadruk gelegd worden op de *natuurlijke* homogenisatie.

Vooral onder een natuurlijke begroeiing zijn de meeste bodemprofielen zeer intensief doorworteld. De afgestorven worteldelen dienen met of zonder tussentrappen tot voedsel voor een zeer rijk sortiment van dierlijke organismen. Het doorwortelbare deel van het profiel is hierdoor doorweven met een zeer intensief netwerk van grote en kleine wortelholten en diergangen. Bij de groei van de wortels wordt de grond opzij gedrukt, in wortelholten en

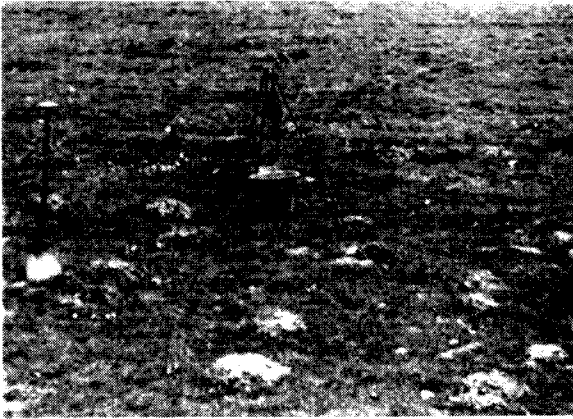


Foto: Dr B. van Huisbe

Fig. 1. Molshopen van zuiver dekzand op een gebroken grond in Langbroek.

Molehills of pure cover sand overlying a sandy silt soil in Langbroek (Prov. of Utrecht).



Foto: Dr P. Veldman

Fig. 2. Stroomgrondprofiel bij Houten. De bovenste meter van het profiel is door biologische activiteit gehomogeniseerd. De ondergrond is nog duidelijk gelaagd. De grote holten zijn molgangen; de kleine zijn wormkanalen en wortelgangen.

Profile of a river-ridge soil near Houten (Prov. of Utrecht). The upper meter of the profile has been homogenized by biological activity. The subsoil is still clearly stratified. The large holes are moleholes, the small ones wormholes and roottraces.

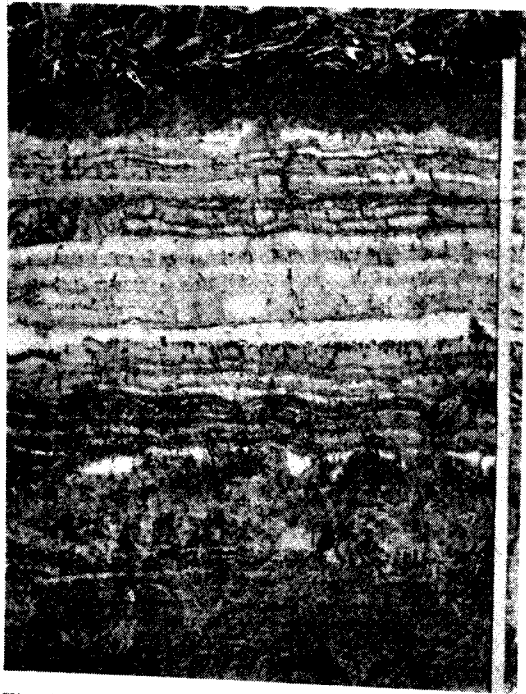


Fig. 3. Gelaagd profiel in jonge zeeklei – nog niet gehomogeniseerd.
Stratified profile in young seaclay; not yet homogenized.



Fig. 4. Gehomogeniseerd profiel in jonge zeeklei. Deze afzetting is ouder dan die van fig. 3.
Homogenized profile in young seaclay. This sediment is somewhat older than that of fig. 3.

scheuren kunnen gronddeeltjes naar beneden vallen, maar de bodemfauna speelt een actieve rol bij de verplaatsing van de gronddeeltjes over grotere afstanden. De voornaamste vertegenwoordigers van de bodemfauna zijn in dit opzicht wel de mollen en de wormen. Zij brengen ook systematisch materiaal uit de ondergrond naar de oppervlakte. Om een beeld te geven hoe groot de verplaatsing van grond door mollen wel kan zijn, zij hier vermeld, dat we op een perceel grasland in Langbroek constateerden, dat de mollen in 14 dagen tijds op een oppervlakte van 100 m² alleen aan molshopen reeds 0,2 m³ grond omhoog gebracht hadden. Dit komt overeen met 2 mm over de gehele oppervlakte, waarmee bovendien een aanzienlijk grotere verplaatsing ondergronds gepaard gaat (fig. 1). Het resultaat van deze intensieve menging is een gehomogeniseerde grond.

Ter voorkoming van misverstand zij er hier uitdrukkelijk op gewezen, dat een gehomogeniseerde grond iets totaal anders is dan een homogene grond, zoals die o.a. door Engelhardt (1928) beschreven wordt. Heeft een homogene grond een uniforme poriëngrootte, de gehomogeniseerde grond is wat dit betreft zijn tegenvoeter, want hier is een aaneenschakeling van zeer grote en zeer fijne poriën. Ook in zijn consequenties is het verschil zeer belangrijk: hoe uniformer de poriën van een grond, des te moeilijker is de lucht- en waterhuishouding van het profiel. Een tot grote diepte gehomogeniseerd profiel heeft daarentegen een zeer goede lucht- en waterhuishouding.

Oorspronkelijk zijn alle zandige rivier- en zeekleiafzettingen gelaagd geweest. In het rivierkleigebied werd bij hoge waterstanden het grovere materiaal afgezet; als het water zakte, bleef op rustige plaatsen ook een beetje slib achter. In de zeekleigebieden waren het veelal de storm- en springvloeden, die hier grover materiaal aanvoerden, terwijl met de normale vloedstanden fijner materiaal werd afgezet. Op een zandige ondergrond wordt pas bij periodiek droog vallen iets slib achtergelaten. Naar boven toe worden de zandige lagen steeds dunner en fijner. De sliblaagjes worden in de regel naar boven niet dikker, maar in verhouding worden er dus boven wel meer fijne delen afgezet (fig. 2, 3 en 4). Met Doeglas-grafieken (Doeglas en Brezesinska-Smithuizen, 1941) kan worden aangetoond, dat een mooi aflopend profiel practisch nooit als zodanig is afgezet, maar een gevolg is van homogenisatie.

Zeer belangrijk is de homogenisatie ook voor de gebroken gronden; dit zijn gronden op de overgang van de zware komklei van het rivierkleigebied naar het dekzand. Zeer fraai hebben we het effect hiervan kunnen bestuderen in het gebied van Langbroek. Hier liggen dekzandkopjes (fig. 5, 1) geheel omsloten door zware komklei. Het dekzandlandschap is hier geleidelijk aan vochtiger geworden. In de lagere delen werd veen gevormd (fig. 5, 2). Nog later is het gehele gebied bedekt met zware komklei (fig. 5, 3). Na het in cultuurnemen van deze gronden is de grondwaterstand gedaald (fig. 5, 4). Pas toen kon het onderliggende dekzand goed gemengd worden met de bovenliggende zware komklei (fig. 5, 5 en 6). In het voorjaar heeft de mol een zeer oppervlakkig gangenstelsel. Naarmate de zware kleigrond op het dekzandkopje uitdroogt, bewegen de wormen zich naar beneden. De mol is nu ook genoodzaakt op een dieper niveau een gangenstelsel te maken. De zware taaie komklei kan hij moeilijk verwerken, dus maakt hij precies onder de zware klei in het dekzand een gangenstelsel. Daarbij wordt door scheuren in de zware klei het dekzand omhoog gebracht. Het omhooggebrachte dek-

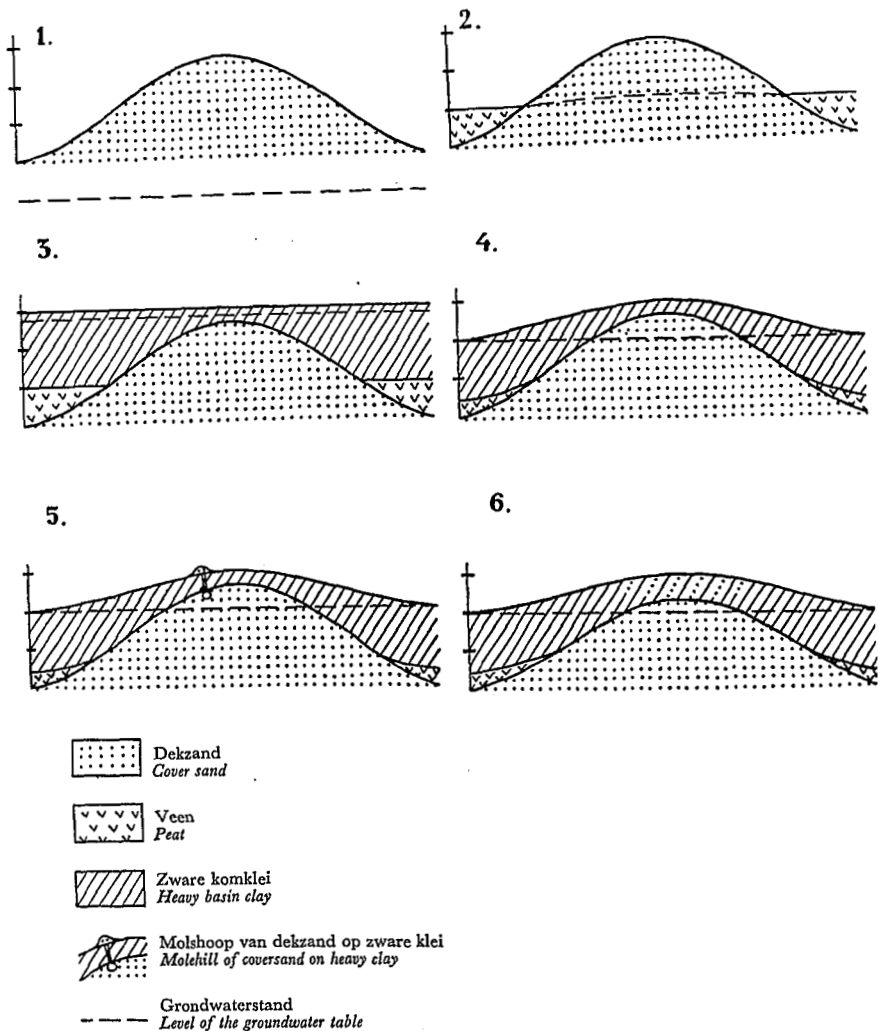


Fig. 5.
 Schematische voorstelling van menging van komklei met dekzand door mollen (zie de tekst).
Sketch of the mixing of basin clay with cover sand by activity of moles.

zand mengt zich met de zodelaag. Het merkwaardige is in dit geval, dat de bovengrond intensief met de ondergrond wordt gemengd, terwijl de middenlaag wel verontreinigd wordt met dekzand, maar toch zwaarder blijft dan de bovengrond. Men kan, bij een profiel van 60–80 cm slibhoudende bovengrond op dekzand, het dekzand eruit rekenen en dan blijkt, dat er oorspronkelijk slechts ± 30 cm zware komklei op gelegen heeft.

Zeer vele profielen door Koenigs (1949) in het rivierleemgebied van Aze-wijn beschreven, kunnen door deze biologische menging afdoende verklaard worden. De zandige ondergrond van een rivierleemgebied is echter niet zo uniform van samenstelling als een dekzandkopje.

TABEL 1. Mechanische samenstelling van een profiel in gebroken grond in Langbroek.

		0-2 mu	2-16 mu	16-50 mu	50-74 mu	74-105 mu	105-150 mu	150-210 mu	210-250 mu	250-350 mu	350-420 mu
Komklei op dekzand	0- 15 cm	23	6	1	3	7	16	23	8	9	3
	40- 50 cm	37	7	2	2	6	14	18	6	5	2
Dekzand	110-120 cm	-	-	2	4	13	26	32	9	9	4

Ook op de oeverwallen van de in de laatste fase van de rivierleemafzetting tijdens het Würmglaciaal gevormde profielen vertonen meestal een grofzandiger bovengrond op fijnzandiger lagen op grofzand (Schelling, 1951, tabel 2). Ook hier zal de mol in het oorspronkelijk gelaagde profiel vooral de grofzandigste lagen uitgekozen hebben voor zijn gangenstelsels en daarbij is het grofzandigste materiaal naar boven gewerkt. Dat na een intensieve homogenisatie de oorspronkelijke laging geheel verdwenen is, is de reden, dat de geologen deze 1-1,50 m dikke laag bruine leem gezien hebben als een onveranderd sediment en als „Hochflutlehm” hebben betiteld.

Bij de beschouwing van een bodemkaart van het rivierkleigebied (Edelman c.s., 1950; Egberts, 1950) valt op, dat vele met zware klei opge vulde stroomdraden plotseling ophouden en even plotseling weer beginnen.

De verklaring hiervoor ligt in het feit, dat een verlaten stroomstelsel op het laatst alleen maar met zware komklei overstroomd wordt. Het profiel, dat hierbij ontstaat, is afhankelijk van de hoogteligging en de aard van de ondergrond. We hebben hier verder te doen met de *asymptotische* opslibbing (fig. 6). Hoe lager de ondergrond, des te vaker en met een des te dikkere laag slibrijk water wordt deze overstroomd, waardoor in het begin de lage profielen veel sterker opslibben dan de hogere (fig. 6, 1 en 2).

De hogere profielen vallen vlug weer droog en daar treedt direct een intensieve menging van het zware slib met de daar aanwezige ondergrond op (fig. 6, 3). De oude bedding valt in het begin nooit droog; hier kan het zware slib zich niet mengen met de zandige ondergrond. Na enige tijd opgeslibd te zijn, valt de zware klei in de oude bedding periodiek ook droog, maar hier kan dan slechts menging optreden van zware klei met zware klei. De oorspronkelijke verschillen in hoogteligging tussen de bedding en de naastliggende zandbanken wordt door de asymptotische opslibbing zeer sterk genivelleerd (fig. 6, 4). Vooral als er onder in de bedding enige veenvorming heeft plaatsgevonden, worden na de ontwatering door verschil in klink de hoogteverschillen weer iets groter.

Onder invloed van de begroeiing zal in de wortelzone vrij veel CaCO_3 in oplossing gaan. Daar de natuurlijke begroeiing op de goede stroomruggronden een zeer hoog waterverbruik heeft, behoeft de opgeloste CaCO_3 niet uit het profiel te spoelen, maar slaat meestal op enige diepte neer. Zijn op deze hoogte de mollen nog actief, dan zullen die ook deze kalkrijke gronden weer omhoogbrengen. In het profiel van fig. 7 had de bovengrond een CaCO_3 -gehalte van 0,3 %, maar de mollen brachten grond met een CaCO_3 -gehalte van 3,0 % omhoog.

Op andere plaatsen konden we constateren, dat wormen kalkrijke ondergrond omhoogbrachten in een kalkarme bovengrond. De ontkalking van een profiel kan dus zeer sterk geremd worden door de biologische menging. Dat lager gelegen profielen van dezelfde ouderdom vaak meer kalk uit de

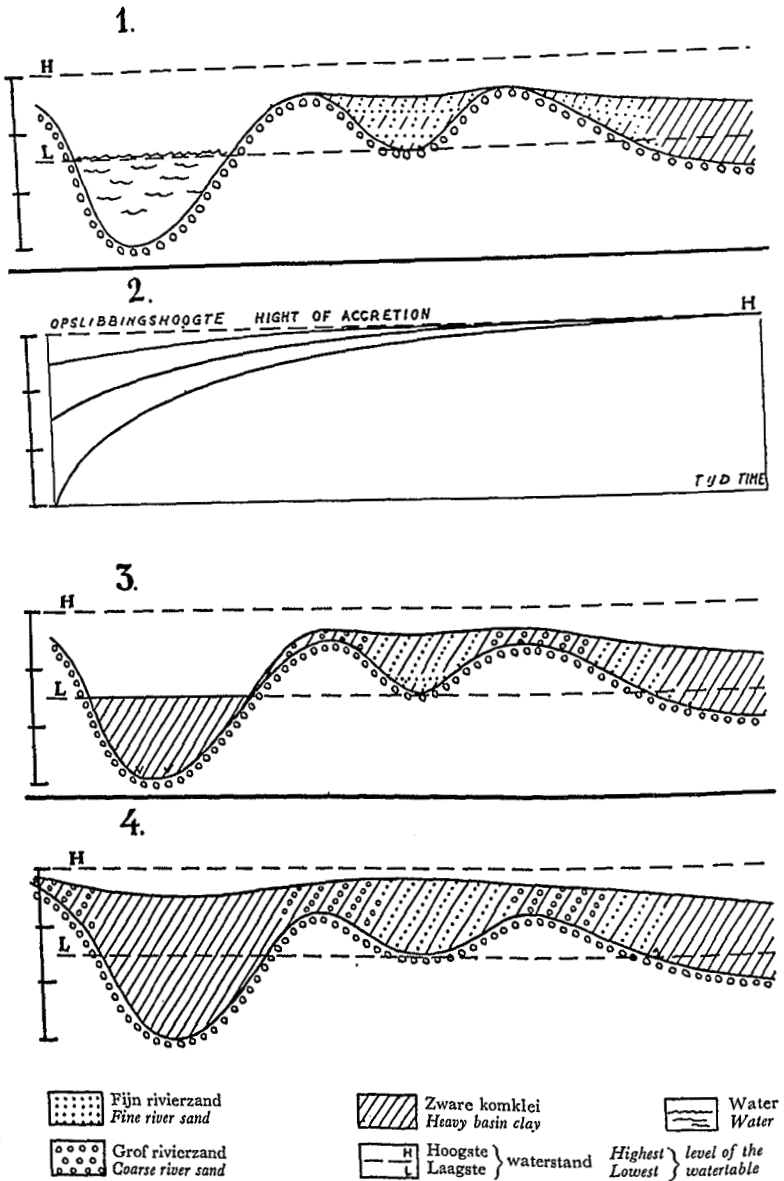


Fig. 6.
Asymptotische opslibbing van stroomgronden.
Asymptotical accretion of natural levees.

bovengrond verloren hebben, is niet zozeer een gevolg van de snellere ont-
kalking, maar van een geringere mogelijkheid tot regeneratie door omhoog-
brengen van kalkrijk materiaal uit de ondergrond.

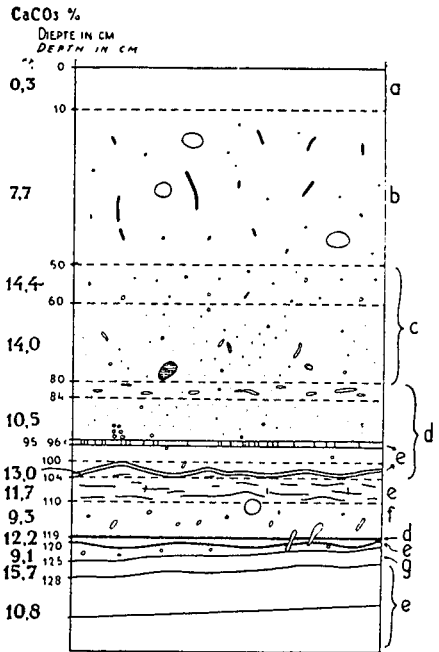
Organische bemesting vervangt bij agrarisch gebruik van de grond de af-
val van de natuurlijke vegetatie en stimuleert als zodanig de bodemfauna. In

Fig. 7.

Profiel van een stroomgrond van de Kromme Rijn bij Werkhoven.

Profile of a river-ridge soil of the Kromme Rijn (former branch of the Rhine) near Werkhoven (Prov. of Utrecht).

- a. zode, zwak zandige klei (33% < 2 mu)
turf, slightly sandy clay (33% < 2 mu)
- b. zwak zandige klei met vele holten van mol-
len en wormen
*slightly sandy clay with many holes of moles and
worms*
- c. fijnzandige klei (28% < 2 mu)
fine sandy clay (28% < 2 mu)
- d. fijnzandige klei (20% < 2 mu)
fine sandy clay (20% < 2 mu)
- e. fijn zand
fine sand
- f. fijn zand, iets grover
fine sand, somewhat coarser
- g. zeer fijnzandige klei
very fine sandy clay



vele oude bouwlanden is hierdoor de donkere humeuze kleur gedaald tot onder de bouwvoor. Dit is zeer gunstig, aangezien we hierdoor minder last hebben van eventuele ploegzolen. Maar in de rivierkleigebieden is een gunstige bijkomstigheid, dat de bodemorganismen juist op het oude bouwland veel kalkrijk materiaal uit de ondergrond omhoog hebben gebracht.

TABEL 2. Vruchtbaarheidsanalyses van enige percelen bouwland in Bruchem.¹

Nadere aanduiding van het monster	Zand			afslibbaar %	humus %	pH	CaCO ₃ %	P-gehal	P-citr.	Kali %
	totaal %	grover deel %	fijner deel %							
321259 Kees Slegh 0-5 cm	48	22	26	44	6	7,2	3,1	14	196	
321260 Kees Slegh 5-20 cm	48	19	29	45	4,2	7,1	3,1	11	227	0,055
321262 Kees Slegh 20-40 cm	48	19	29	45	2,4	7,2	4,4	7	184	0,034
321267 de Veertienhont 0-20 cm	48	6	42	49	3,1	6,5	0,3	1	14	0,014
321268 het Bosch 0-20 cm	87	59	28	9	4,5	6,1	-	2	15	0,014

¹ Voor deze gegevens zijn wij dank verschuldigd aan de Rijkslandbouwconsulent te Tiel.

Uit deze analyses blijkt, dat hoge P-citroencijfers samengaan met hoge CaCO₃-gehalten en hoge pH's en omgekeerd. Het klinkt enigszins paradoxaal, dat door organische bemesting de ontkalking van de bouwvoor kan worden tegengegaan, maar dit demonstreert tot slot nog eens te meer hoezeer de homogenisatie gezien moet worden als tegenhanger van de heterogeniserende krachten.

Summary

Until recently the responsibility of the genesis of soil profiles in the Netherlands was mainly attributed to the way of sedimentation and soil formation, viz. to heterogenization.

Whilst young alluvial deposits usually showed a pronounced stratified structure, this stratification had evidently disappeared in similar deposits of an older age, at least in the upper part of the profiles. This is due to a joint action of the soil flora and fauna. These soils have been what is called homogenized.

Homogenization is as a rule confined to the part of the profile penetrable to plant roots. Particles of the soil can drop down into pores left behind by roots, but the soil-faunistic activities accomplished by moles, worms etc., are responsible for the moving upward of material from the subsoil. Homogenization should, however, not only be looked upon as a cause of the elimination of stratified structures, but also as a counterpart of heterogenization forces.

For a proper interpretation of the structure of the profile in alluvial districts homogenization cannot be dispensed of.

An abandoned system of river courses is finally silted up with heavy basin clays, but the nature of the ensuing profiles proves to depend on their elevation and the nature of the subsoil. For this mode of sedimentation we have adopted the term asymptotical accretion (fig. 6).

The rate at which the originally calcareous profiles lose the lime in the topsoil has proved to be dependent to some extent on the potentialities of regeneration. If the surface of a profile is high enough above the watertable, the moles and worms move the calcareous material upward from the subsoil.

Heavy dressings of organic manure regularly applied for a long term of years on some river-ridge soil profiles have stimulated the activity of the soil fauna with the result that the dark colour of the soil now extends downward under the tilled layer, but on the other hand so much calcareous material was moved upward that even to-day free chalk is available in the tilth which still shows a proper pH. The top-layers of the other profiles, originally of the same composition, but not managed properly, are now destitute of lime and show low pH's.

4. DE ONTKALKING TIJDENS DE OPSLIBBING BIJ NEDERLANDSE ALLUVIALE GRONDEN

Decalcification during accretion of alluvial soils in the Netherlands

door/by

Ir J. Bennema

*Voordracht, gehouden tijdens de 29e Wetenschappelijke Bijeenkomst
van de Nederlandse Bodemkundige Vereniging te Utrecht op 14 November 1952*

De theorie over de ontkalking tijdens de opslibbing is in Nederland het eerst naar voren gebracht door Zuur (1936) bij zijn onderzoek in de Wieringermeer, waar hij in de oude zeelei kalkrijke wadafzettingen naast kalkarme