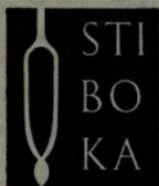


NN31396.1267.2

STICHTING VOOR BODEMKARTERING  
WAGENINGEN

EEN MICROMORFOLOGISCH ONDERZOEK NAAR  
DE OORZAAK VAN HET NIET OF ONVOLDOENDE  
FUNCTIONEREN VAN EEN INFILTRATIEPROEF  
OP DE VELUWE TE EPE



107-11  
107-2

BIBLIOTHEEK  
STARINGGEBOUW

Stichting voor Bodemkartering  
Afdeling Micropedologie en Mineralogie  
Wageningen

Rapport nr. 1267

EEN MICROMORFOLOGISCH ONDERZOEK NAAR  
DE OORZAAK VAN HET NIET OF ONVOLDOENDE  
FUNCTIONEREN VAN EEN INFILTRATIEPROEF  
OP DE VELUWE TE EPE

door: Ing. A. Reijmerink  
en  
Dr. E.B.A. Bisdom

Wageningen, november 1975

107-183 107-2

13 JAN. 1976



## INLEIDING

Op verzoek van Ir. D. Boels (ICW) werd een micromorfologisch onderzoek verricht naar de oorzaak van het niet of onvoldoende functioneren van een proef met horizontale infiltratie op het terrein van de drinkwaterleidingmaatschappij te Epe.

Op 14 oktober 1974 werd met Ir. Boels een bezoek gebracht aan het proefterrein, waarbij uitvoerig aandacht werd besteed aan de profielopbouw en de ligging van de infiltratiebuis in het profiel. Om eventuele verspoelings- en verdichtingsverschijnselen te kunnen vaststellen, werd in het veld de microstructuur beschreven bij een vergroting van ca. 35x met behulp van een stereoscoop. Op 24 oktober daaraanvolgend werden zowel in de infiltratiesleuf als daarbuiten monsters genomen voor microscopisch en submicroscopisch onderzoek. De juiste plaats van de monsters en een profielschets zijn weergegeven in de figuren 1 en 2. Ing. A. Reijmerink verrichte het veldonderzoek en bestudeerde slijpplaten met behulp van het lichtmicroscop. Dr. E.B.A. Bisdom onderzocht los materiaal en dat uit één slijpplaat met behulp van TEM (Transmissie elektronenmicroscop, REM (Raster elektronenmicroscop) en EDAX (Energie-dispersieve analyse van röntgenstralen). Gemakshalve worden de werkzaamheden met deze instrumenten submicroscopische technieken genoemd.

In dit verslag worden tevens enkele resultaten gegeven van het submicroscopisch onderzoek (REM-EDAX), verricht aan enig los materiaal aangeboden door Ir. C. Maas van het RID te Den Haag. Het betreft een monster, op ongeveer twee meter diepte, uit de verticale infiltratieproef van het RID. In dit verband werd geen veld- of lichtmicroscopisch onderzoek verricht.

De coördinatie en leiding van het onderzoek berustten bij Dr.Ir. A. Jongerius, hoofd van de afdeling Micropedologie en Mineralogie.

PRIMAIRE DICHTHEID VAN HET BODEMPROFIEL

Het profiel waarin de infiltratieproef is aangelegd bestaat uit een humuspodzol met een duidelijke strooisellaag(Ao), een duidelijke uitlogingshorizont(A2) en een dikke inspoelingshorizont B2); deze laatste horizont is nog onder te verdelen in een zwarte B2h, een donkerbruine B22 en een lichtbruine B3.

De lagen variëren sterk in dikte. De Ao, A1, A2 en een gedeelte van de B2h-horizont zijn tot 0.30 m - mv. verwerkt. De B2h, die oorspronkelijk 10 - 30 cm dik is, is plaatselijk nog geheel of gedeeltelijk aanwezig. Deze laag waarin niet alleen het zand dicht gepakt is, maar waarin ook de ruimte tussen de zandkorrels vrijwel geheel is opgevuld met amorfe humus, al of niet in combinatie met leem (fig. 3 en 4), moet vooral onder natte omstandigheden zeer slecht doorlatend worden geacht. Soms komt onder deze B2h nog een ondoorlatend ijzerbandje (B2ir) voor. Deze ondoorlatendheid wordt bewezen door het feit dat in de omgeving en ook elders op de Veluwe in depressies juist op deze lagen (B2h en B2ir) vennetjes ontstaan zijn.

De donkerbruine B22 is meestal sterk lemig, dicht gepakt en plaatselijk zeer hard: de ruimte tussen de grovere zandkorrels is geheel opgevuld met fijnere bodemcomponenten (fig. 5).

De lichtbruine B3 is, als deze niet lemig is, voldoende poreus (fig. 6). Het is mogelijk de B-horizont van een ouder moderpodzol.

De verdere ondergrond (C) is soms sterk lemig, soms grofzandig.

Plaatselijk komen in de B3- en C-horizont zeer dunne fibertjes voor waarin de zandkorrels door ijzer en leem sterk verdicht zijn (fig. 7).

Samenvattend kan gezegd worden dat het bodemprofiel in de bovenste 0,50 à 0,80 m als relatief ondoorlatend gekenmerkt dient te worden.

Uit detailkarteringen elders op de Veluwe is gebleken dat deze ondoor-

latende lagen over relatief grote oppervlakten kunnen voorkomen zie: J.A. van den Hurk en H. Kleijer, INFILTRATIEPROJECT VELUWE, Bodemgesteldheid, Rapport 1245 Stichting voor Bodemkartering, afd. Opdrachten 1975; W.J. van Liere en G.G.L. Steur, EEN BODEMKARTERING VAN DE GEMEENTE EPE EN EEN BODEMKUNDIGE VERKENNING VAN EEN DEEL VAN DE GEMEENTE HEERDE, Bodemkartering van Nederland, deel XVI; VLO No. 61.13; 's-Gravenhage, 1955).

#### SECUNDAIRE VERDICHTING

Voorkomen: Zowel uit veldwaarnemingen als uit microscopisch onderzoek bleek, dat er zich tijdens de infiltratie van rein water nieuw materiaal had afgezet langs de grotere scheuren en holten in de verwerkte drainsleuf (afbeeldingen 1 en 2). Het is een gelige "vettige" substantie die bij drogen sterk krimpt. Detailstudies toonden aan dat het materiaal uitsluitend in de vorm van een "huidje" voorkomt in de grotere holten (fig. 1). In de bemonsterde kuil (ongeveer halverwege de buislengte) treffen we het dan ook aan vlak onder en rond de infiltratiebuis (daar waar de buis niet volledig aansluit aan het bodemmateriaal) en verder op beide wanden van een vertikaal naar boven verlopende scheur.

Opmerkelijk is het, dat het materiaal niet of vrijwel niet in de grondmassa, dat wil zeggen in de fijnere poriën voorkomt. Op enige afstand van de scheur en holten rond de infiltratiebuis treffen we het dan ook niet meer aan.

De morfologie van de huidjes is afgebeeld in de figuren 8, 9 en 10.

Fig. 8 is een microfoto, vergr. 40x, van een slijpplaat. Het beeld bestaat voor een groot deel uit poriën, die als fijn-gespikkelde witte vlekken te zien zijn (de spikkeling wordt veroorzaakt door fijn slijppoeder).

De zandkorrels zijn als witte, ovale en hoekige vlakjes te herkennen. Verticaal midden over de foto loopt een zone van hoekige, donkergrijze (doch in werkelijkheid geelbruine) huidjes-fragmenten. Deze zone vormt de begrenzing van een scheur, waarvan een gedeelte rechts op de foto zichtbaar is. Rechtsboven zijn een paar kleine fragmenten te zien.

Fig. 9, vergr. 100x, geeft een detailopname van de huidjesfragmenten.

De lichte ondergrond is lucht; de organische stof is zwart tot donkerbruin, de huidjes zijn geelbruin.

Fig. 10 is een REM-opname met een vergroting van 70x. Het huidje, dat grenst aan de infiltratiebuis, is de fijne compacte massa, welke verloopt van iets links van het midden bovenin de foto naar iets onder het midden van de rechter zijkant van de foto. Het gat in het rechter bovenkwadrant werd oorspronkelijk ingenomen door de infiltratiebuis. Ook hier is duidelijk te zien dat het materiaal als een soort korst of huidje op de grondmassa ligt. Vlak onder het huidje - links midden op de foto - zijn de poriën (zwarte vlekken) niet met het materiaal opgevuld.

Samenstelling: Het huidje is bij doorvallend licht in een slijpplaat gelig van kleur met soms fijne zwarte stipjes.

Bij gekruiste nicols is het huidje niet zichtbaar, hetgeen betekent dat het uit amorf of niet-gekrystalliseerd materiaal bestaat. In opvallend licht wordt het materiaal oranje tot geel, hetgeen er op wijst dat ijzer aanwezig is.

TEM-opnamen van dit materiaal tonen doorzichtige ballen (fig. 11), en staafjes en draadjes (fig. 12). Determinatie van dit materiaal is moeilijk door middel van deze techniek. Echter, de chemische elementen met atoomnummers 11 (na) en hoger kunnen met behulp van REM-EDAX technieken in zo'n huidje vastgesteld worden. Elementen zo-

zoals C, O en N vallen dus buiten deze analysemethode. Voor een uitvoerige beschrijving van deze methode, welke zowel op los materiaal als in slijpplaten toepasbaar is, zij verwezen naar: Bisdom, Henstra, Jongerius en Thiel, Energy-dispersive X-ray analysis on thin sections and unimpregnated soil material, Neth.J.Agric.Sci., 23, 1975, p.113-125.

De analyseresultaten zijn te zien in fig. 13. Deze samenstelling is representatief voor zowel het losse materiaal in fig. 10 als voor dat van de huidjes in de slijpplaat (fig. 9). Vertegenwoordigd zijn de elementen Al, Si, P, Ca en Fe. Fosfor is slechts in zeer beperkte hoeveelheid aanwezig.

Op deze plaats is het tevens interessant om de analyseresultaten te behandelen van huidjes (fig. 14) in het RID monster, dat genomen is op 2 meter diepte in de proef met verticale infiltratie. Fig. 15 toont de aanwezigheid van Al, Si, P en Fe. Vergeleken met de analyseresultaten in fig. 13 zijn de Al- en P-piek hoger, is die van Si lager en het Fe is ongeveer gelijk. Calcium is hier afwezig.

Herkomst: De herkomst van het materiaal in de huidjes is moeilijk vast te stellen. Immers, zowel stoffen afkomstig uit de bodem zelf als uit het geïnfiltreerde water kunnen aan de opbouw ervan hebben meegewerkt. Bij detailstudies aan slijpplaten viel het op, dat op enige afstand van de scheuren en holten waarin de huidjes voorkwamen, oranje-rode tot gelige zones voorkwamen, aan de rand van de vaste grond of in dichte plekken in de infiltratiesleuf. De hierin aanwezige organische stof was loodrecht in de richting van de scheur verkleurd van zwart of donkerbruin, via roodbruin naar geel.

Dit verloop is afgebeeld in de figuren 16, 17 en 18.

Fig. 16, vergr. 40x, geeft een beeld van de onveranderde zwarte humus in de B2h-horizont.

In fig. 17, vergr. 100x, is juist de grens te zien waar de donkerbruine humus (op de foto zwart) in roodbruine tot geelbruine humus (op de foto donkergrijs) overgaat.

Fig. 18, vergr. 40x, toont dat alle humus is verkleurd tot okergeel (op de foto is de humus grijzig).

Het bovenstaande zou erop kunnen wijzen dat er hydrolyse heeft plaatsgevonden van de aanwezige Al(Fe)-humus verbindingen waarbij het vrijkomende Fe als (hydr)oxide is neergeslagen en zodoende de verkleuring van de humus heeft veroorzaakt. Dit is in overeenstemming met de rode kleur van de verkleurde zone zoals die in opvallend licht in slijpplaten zichtbaar is. Wat voor gevolgen dit voor de humuszuren heeft gehad is niet duidelijk. Het is mogelijk dat er een mobilisatie van deze verbindingen heeft plaatsgevonden, maar zekerheid bestaat daarover niet.

Wat de chemische samenstelling van de huidjes betreft kon nog worden opgemerkt dat de elementen Si, Al en Fe zowel uit het infiltratiewater zelf afkomstig kunnen zijn als uit de grond. Dit laatste wordt geïllustreerd door fig. 19 waar een EDAX-analyse is gegeven van morfologisch onveranderde humus, afkomstig uit de infiltratiesleuf. Uit EDAX-onderzoeken aan niet-geïnfiltreerde podzolgronden is het bekend dat Si, Al en Fe van nature meestal in zulke humus aanwezig zijn. Voor P en Ca is dit echter niet het geval. De volgens fig. 19 in de humus aanwezige Ca- moet dus uit het infiltratiewater afkomstig zijn.

Hetzelfde geldt voor P en Ca in de huidjes.

Uit welke verbindingen de huidjes bestaan kan met behulp van de submicroscopische technieken niet worden vastgesteld. Gezien de kleur



van het materiaal is het wel waarschijnlijk dat er (amorfe) ijzer-oxide aanwezig is. Daarnaast kunnen ook aluminiumhydroxiden en -silicaten, kiezelzuur, organische stoffen, e.d., aanwezig zijn.

Het zal duidelijk zijn dat voor een goed begrip van de processen die tot de vorming van het huidje hebben geleid, aanvullend chemisch en mineralogisch onderzoek zou moeten worden uitgevoerd.

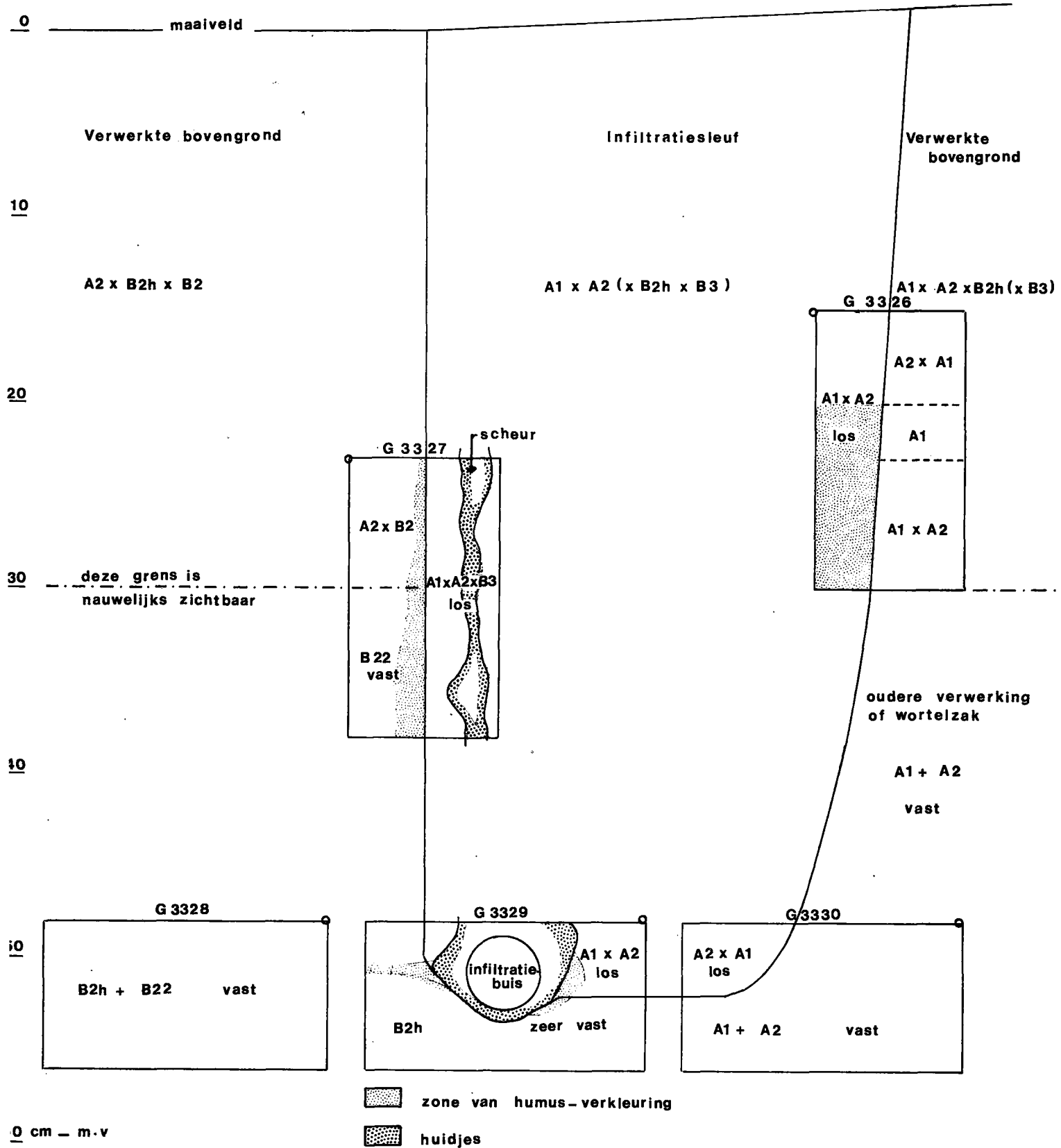
#### Advies

Aangezien men hier te doen heeft met een complex van factoren die elkaar wederzijds beïnvloeden, is de materie duidelijk moeilijker dan het herkennen van verdichtingen. Alvorens tot infiltraties op praktijkschaal over te gaan, verdient het dan ook aanbeveling nieuwe proeven op te zetten en nader onderzoek te doen. Ons inziens moet hierbij een detailkartering van het proefterrein worden uitgevoerd, ook van de diepere ondergrond, omdat plaatselijk aanwezige (ijzerrijke) leemlagen niet alleen de waterstroming ongunstig kunnen beïnvloeden, maar ook door hergroepering van bodembestanddelen mogelijk verstoppingen kunnen ontstaan. Om een antwoord te vinden op de ook nog bestaande vragen, moeten de proeven in verschillend uitgangsmateriaal c.q. diepten plaatsvinden. Immers, men kan zich afvragen of de infiltratiemoeilijkheden zich ook zouden hebben voorgedaan indien:

- geen hydrolyserende omstandigheden zouden zijn ontstaan, door bijvoorbeeld periodieken infiltratie in plaats van een continue.
- als gevolg van een open bodemprofiel een ander stromingspatroon zou zijn opgetreden.
- geen organische - stof aanwezig was geweest.

Tevens bevelen wij aan de proeven zo op te zetten dat op verschillende tijdstippen opgraving voor micromorfologisch en chemisch onderzoek van materiaal kan plaatsvinden. Voor een verantwoorde uitvoering van micromorfologisch en chemisch onderzoek tenslotte, is reeds bij de voorbereiding van de proeven overleg noodzakelijk.

INFILTRATIE\_PROEF I.C.W. TE EPE  
 Bemonstering op 24 - 10 - 1974



0 4 10 cm

Fig.1

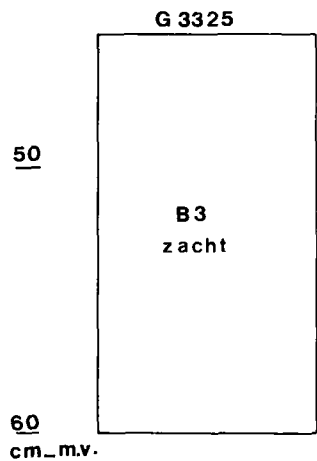
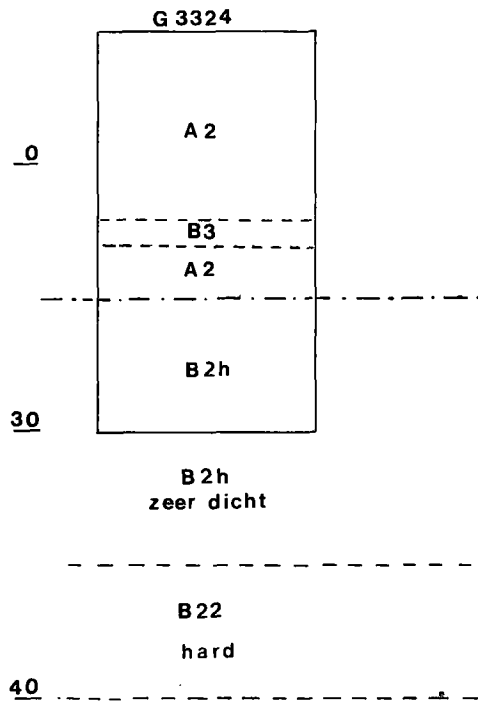
INFILTRATIE - PROEF I.C.W. TE EPE [12m voorbij einde infiltratiebuis]  
 Bemonstering op 24 - 10 - 1974

0 \_\_\_\_\_ maaiveld \_\_\_\_\_

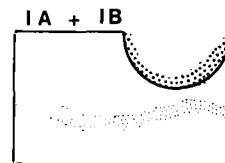
verwerkte bovengrond



A1 x A2 x B

10



2 handstukken onder de infiltratiebuis  
 Bemonstering op 14 - 10 - 1974



- G 3322 IA: in de lengterichting
- G 3323 IB: in de dwarsrichting
-  zone van humus\_verkleuring
-  huidjes

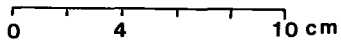


Fig. 2

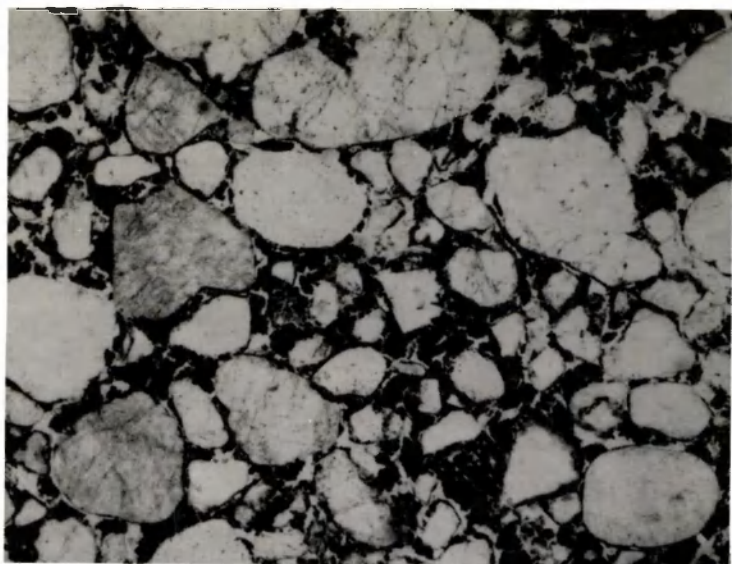


Fig. 3 Microfoto van een B2h-horizont, waarin de ruimten tussen de zandkorrels zijn opgevuld door zwarte amorfie humus.  
Norm.doorv.licht. 40x.

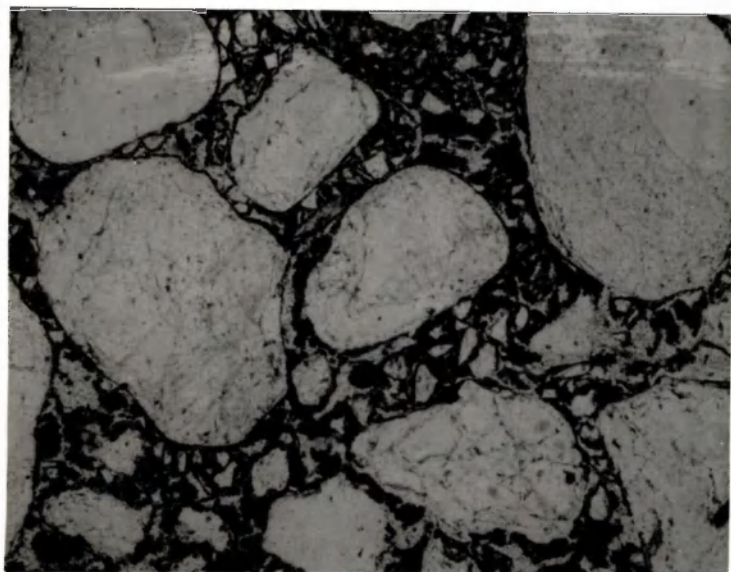


Fig. 4 Microfoto van een B2h-horizont, waarin de ruimten tussen de grove zandkorrels zijn opgevuld door een combinatie van zwarte amorfie humus en leem.  
Norm.doorv.licht. 40x.

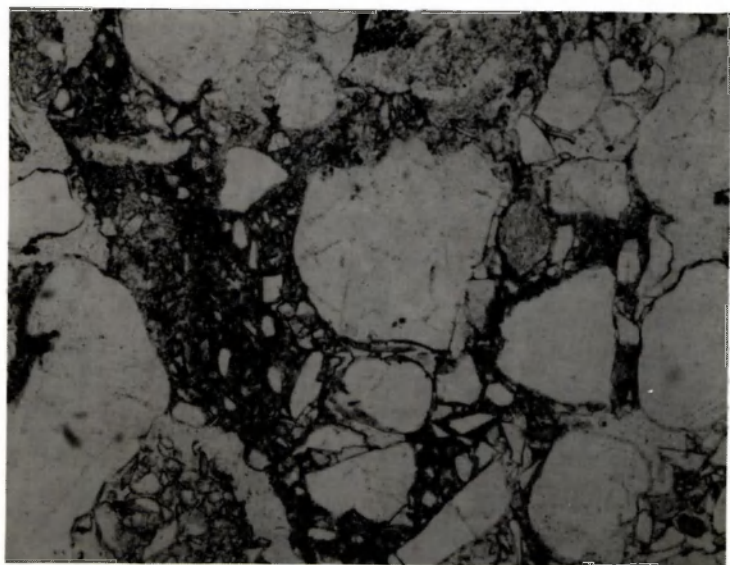


Fig. 5 Microfoto van de sterk lemige B22-horizont.  
Norm.doorv.licht. 40x.

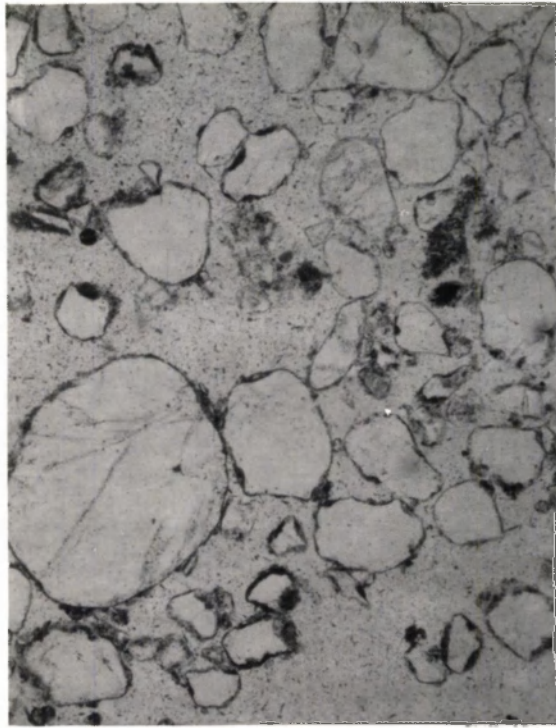


Fig.6 Microfoto van een poreuze B3-horizont.  
Norm.doorv.licht. 40x.

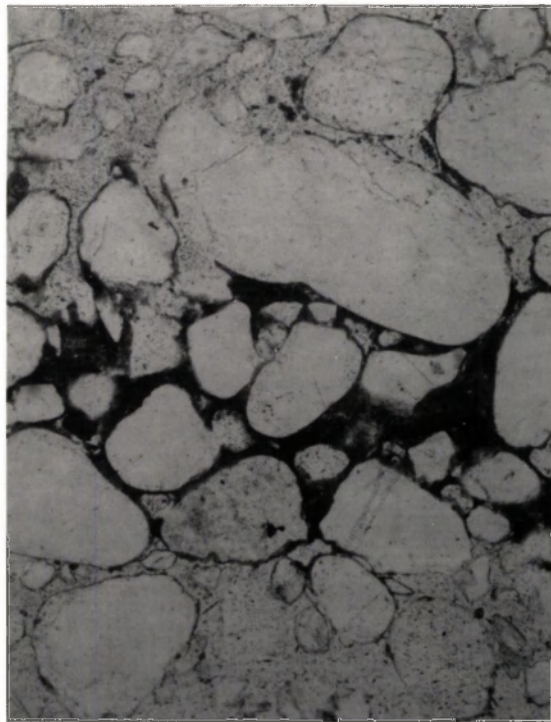


Fig.7 Microfoto van een fibertje in een B3-horizont.  
In het fibertje zijn de holten opgevuld met ijzerverbindingen en leem.  
Norm.doorv.licht. 40x.

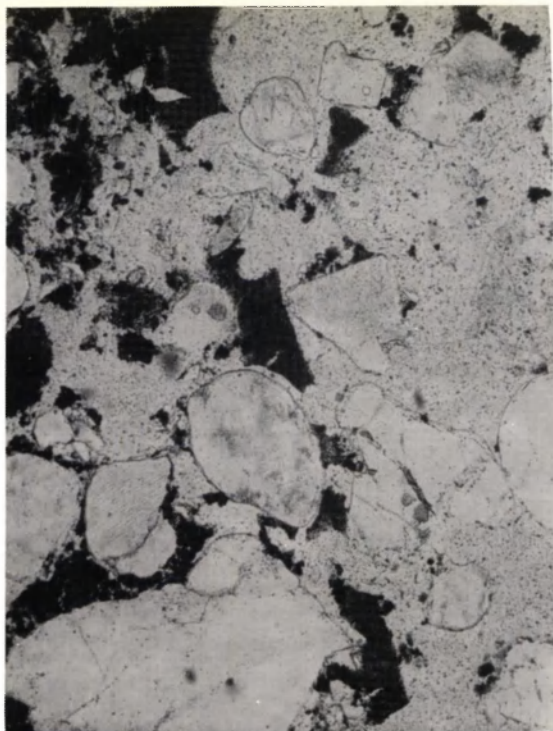


Fig. 8 Microfoto van nieuw gevormde huidjes op de grens van een scheur. Voor de nadere beschrijving, zie de tekst. Norm.doorv.licht. 40x.

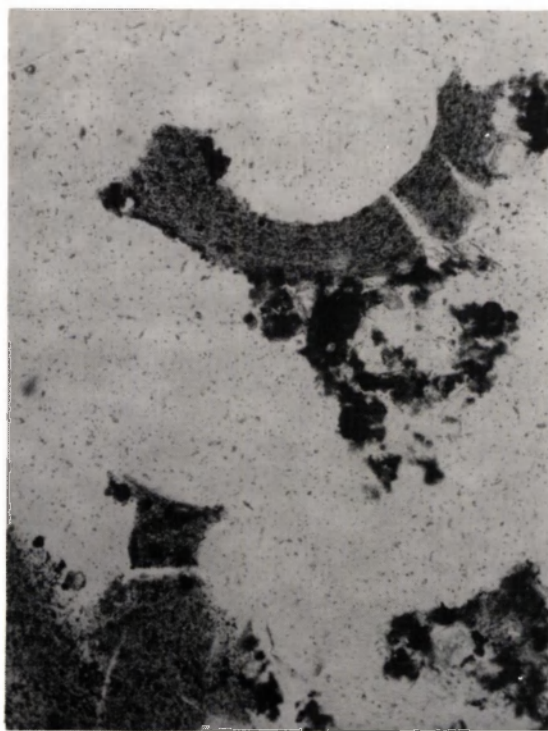


Fig. 9 Detailopname van huidjes. Voor de beschrijving zie tekst. De in de huidjes zichtbare breuken zijn een gevolg van sterke krimp. Norm.doorv.licht. 100x.

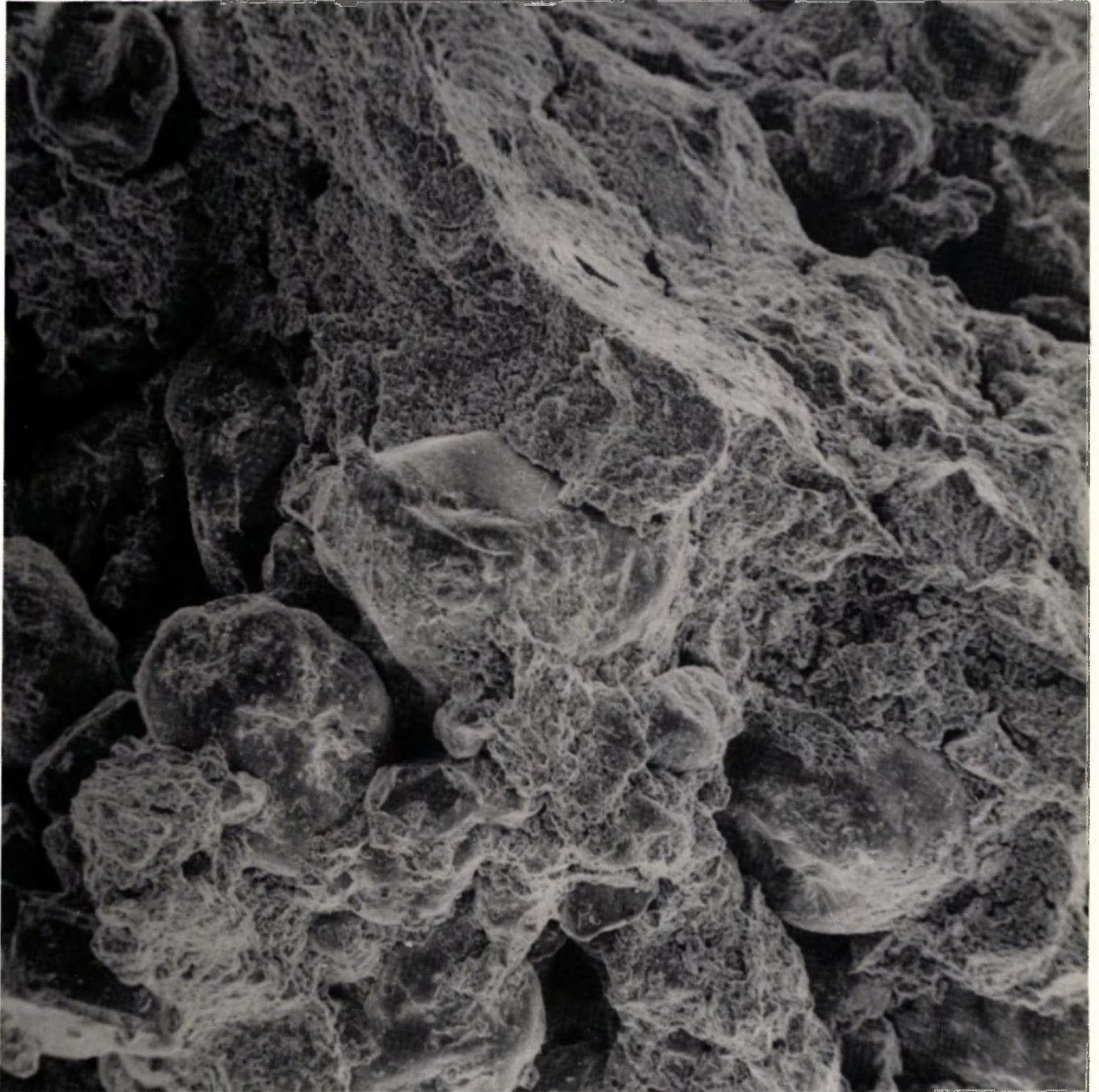


Fig. 10 REM-opname van een huidje juist onder de infiltratiebuis, Voor de beschrijving, zie de tekst. 70x.

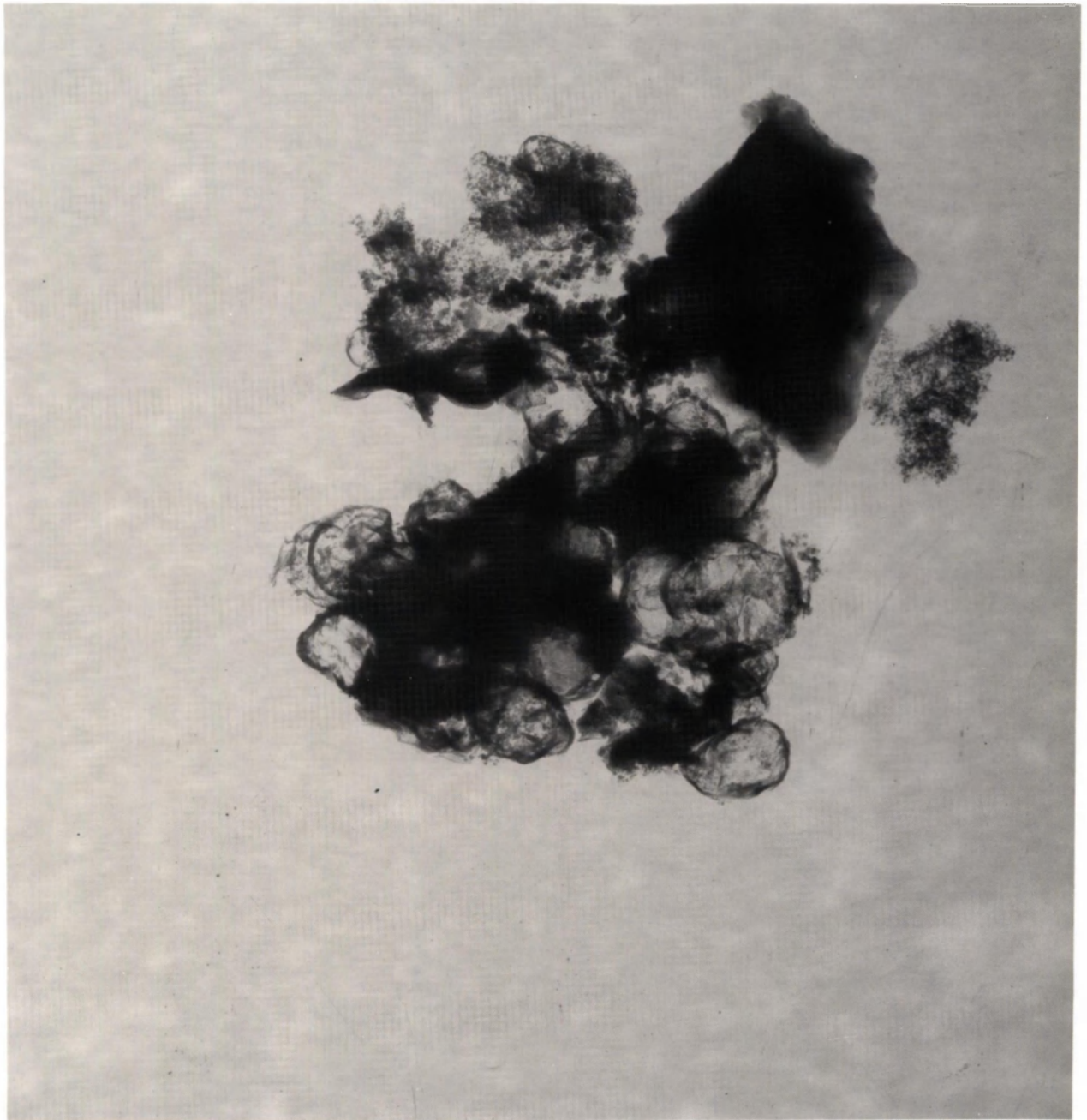


Fig. 11 TEM-opname van doorzichtig, min of meer bolvormig materiaal, afkomstig uit een secundair huidje. 33.300x.





Fig. 12 TEM-opname van staaf- en draadvormig materiaal, afkomstig uit een secundair huidje. 60.500x.

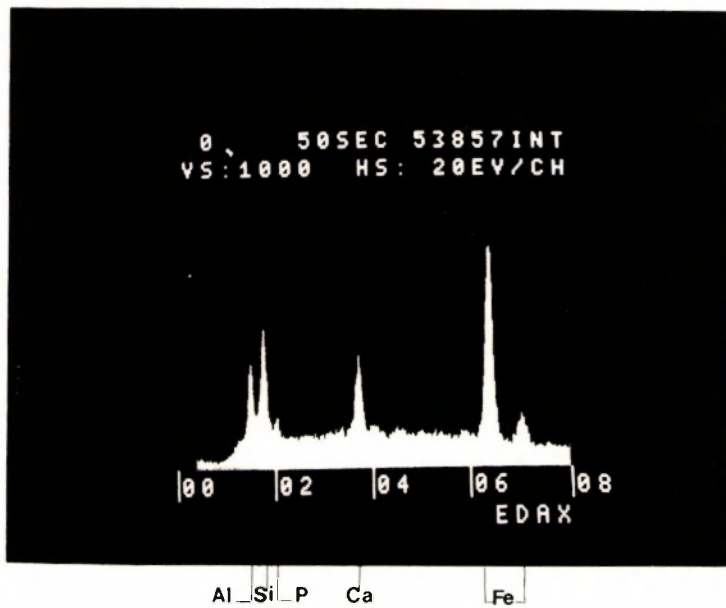


Fig. 13 EDAX-analyse van een huidje uit de I.C.W.proef.

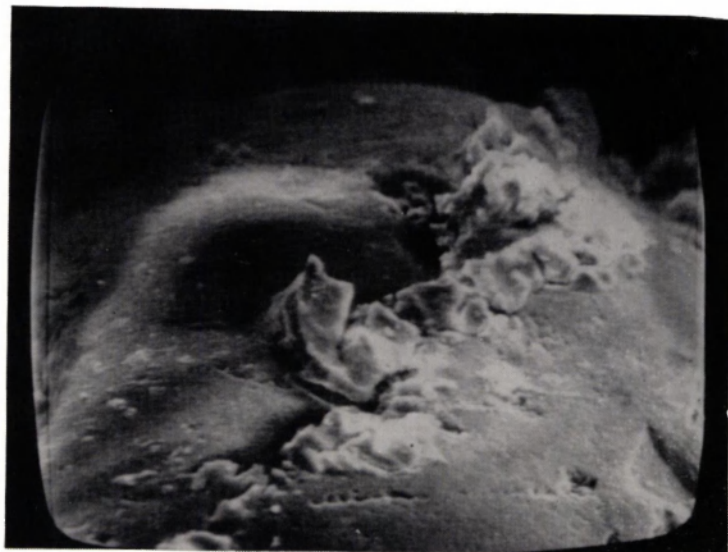


Fig. 14 REM-beeld van een huidje uit de RJD-proef. Het huidje ligt rechts op de foto op een kwartskorrel, waarvan het onbedekte oppervlak aan de linkerzijde zichtbaar is.  
1000x.

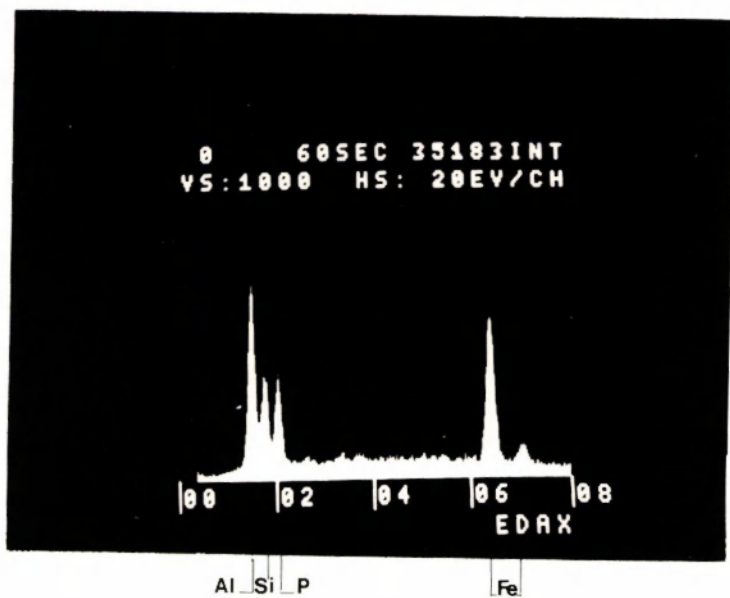


Fig. 15 EDAX-analyse in het huidje uit fig. 14.

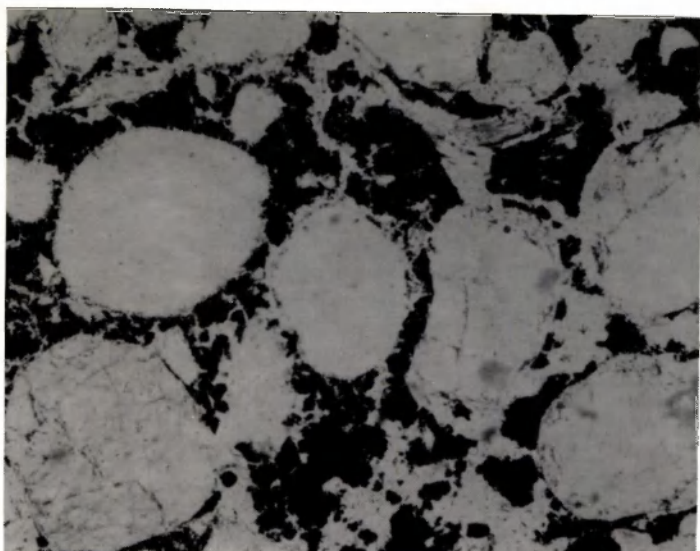


Fig. 16 Microfoto van een B2h-horizont in de vaste grond aan de rand van de sleuf. De organische stof is niet verkleurd (donker).  
Norm.doorv.licht. 40x.

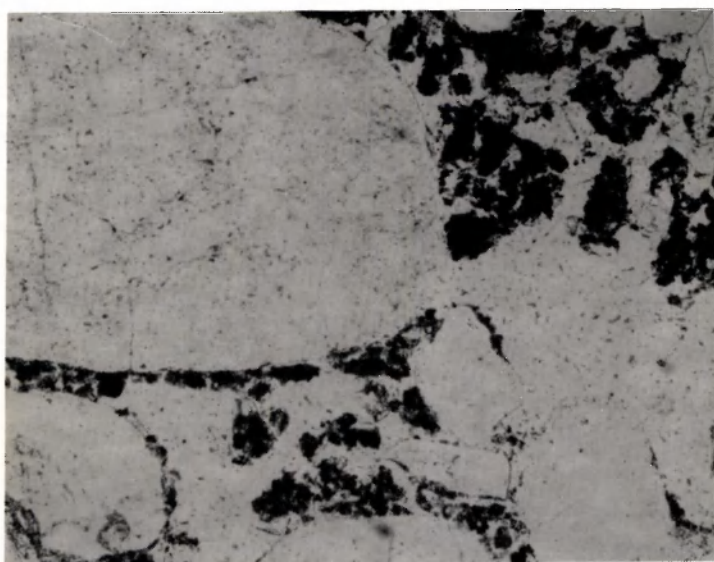


Fig. 17 Microfoto van hetzelfde bodemmateriaal als in fig. 16, juist op de grens van de kleurverandering in de organische stof.  
Norm.doorv.licht. 100x.

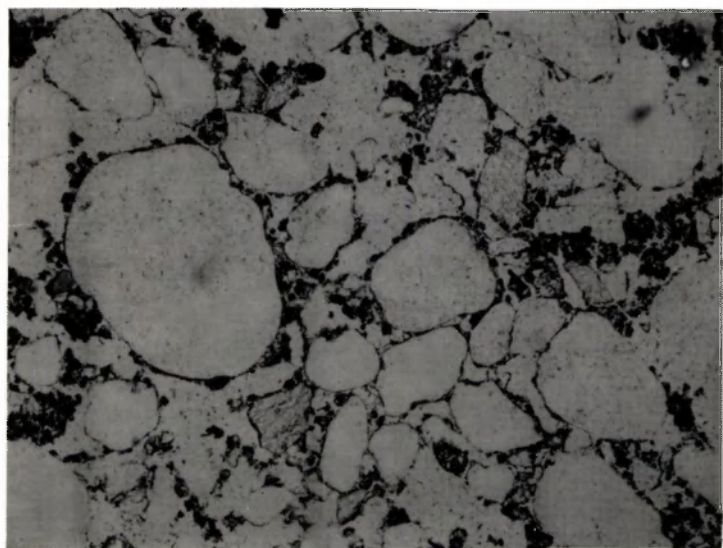


Fig. 18 Microfoto van hetzelfde bodemmateriaal als in fig. 16 en 17. De organische stof is hier geheel verkleurd (licht grijs op de foto).  
Norm.doorv.licht. 40x.

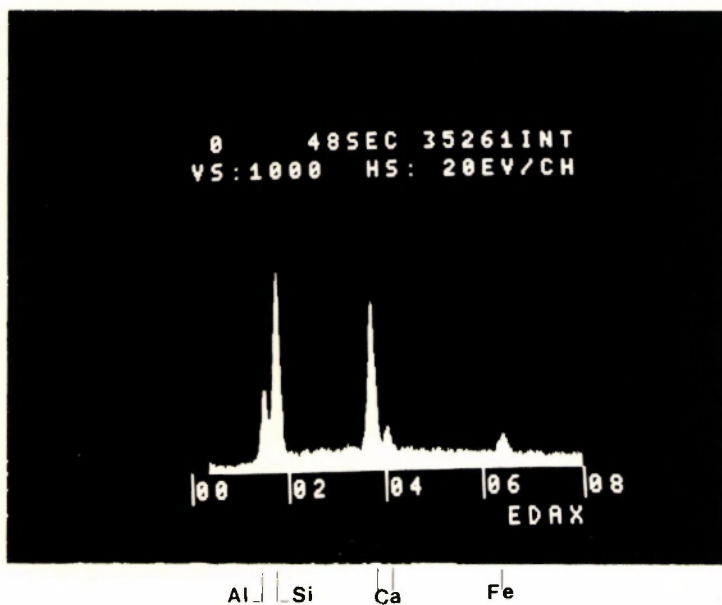


Fig. 19 EDAX-analyse van morfologisch onveranderde donkere organische stof uit de infiltratiesleuf. Het materiaal bevat opvallend veel Ca; voor verklaring zie tekst.