

Aug 52

GEZONDHEIDSORGANISATIE T.N.O.

ENIGE ONDERZOEKINGEN OVER DE
ZUIVERENDE WERKING VAN DE
BODEM

Experiments on the purificative
capacity of the soil

door

Prof. Dr J. K. BAARS

RAPPORT no. 16

AFDELING
GEZONDHEIDSTECHNIEK T.N.O.

Augustus 1952



AFDELING
GEZONDHEIDSTECHNIEK T.N.O.

Rapport no 16
Augustus 1952

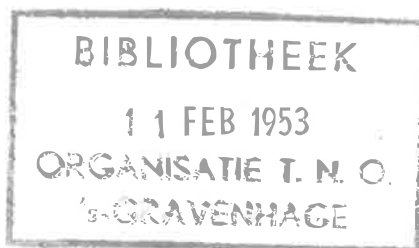
U.D.C.: 614.771.098

ENIGE ONDERZOEKINGEN OVER DE ZUIVERENDE
WERKING VAN DE BODEM

Experiments on the purificative
capacity of the soil

door

Prof. Dr J. K. Baars



Gehele of gedeeltelijke publicatie van dit rapport
is niet geoorloofd, tenzij daartoe door de Afdeling
Gezondheidstechniek T.N.O. toestemming is verleend.

Den Haag

Koningskade 12

Telefoon: 776090

WOORD VOORAF

Een der grondslagen van de drinkwatervoorziening is de keuze van een uit hygiënisch oogpunt zo betrouwbaar mogelijke bron. Een onbetrouwbare bron - zoals verontreinigd oppervlaktewater - komt pas dan in aanmerking, wanneer andere mogelijkheden ontbreken.

Mede om die reden biedt grondwater vaak grote voordelen boven oppervlaktewater, doch daarbij is de bescherming van de winplaats tegen verontreiniging natuurlijk van veel belang.

Die bescherming loopt gevaar bij toenemende bevolkingsdichtheid. Een vooruitziend beleid is noodzakelijk om enerzijds de belangen der waterwinning te behartigen en anderzijds de daarmee strijdige ontwikkeling der samenleving niet meer dan nodig te belemmeren.

Grote voorzichtigheid is bij dit beleid geboden omdat een eenmaal prijs gegeven beschermingszone bij latere wijziging van inzicht meestal niet meer kan worden herwonnen.

Het beleid behoort op een brede opvatting der hygiëne te steunen, waarbij een der in het spel zijnde factoren de reinigende werking van de bodem is.

Die werking hangt o.a. af van het klimaat, de bodemstructuur en de diepte van de grondwaterspiegel. Bij de bodemstructuur zijn o.a. de doorlatendheid en de homogeniteit van belang.

De ingenieur wil gaarne deze verschijnselen in maat en gewicht uitdrukken, de hygiënist dient die cijfers met omzichtigheid te hanteren.

Reeds enkele malen en in verschillende landen zijn onderzoeken naar de reinigende werking van de bodem verricht.

De conclusies lopen uiteen, hetgeen in het licht der vele veranderlijke parameters niet hoeft te verwonderen.

Bij de interpretatie houde men voorts in het oog, dat de bepalingsmethoden van de reinigende werking nog onvolkomen zijn: zij omvatten in hoofdzaak een kwalitatief en kwantitatief beperkt biologisch, bacteriologisch, chemisch en fysisch onderzoek; voor statistische bewerking, een der grondpijlers van het moderne biologische causaliteitsbegrip lenen zij zich nog geenszins.

In dit licht moet het hierna volgende rapport van Professor Baars worden gezien. Het geeft verslag van enige onderzoeken, die kunnen bijdragen tot beter inzicht in een vraagstuk, dat in vele landen om aandacht vraagt.

Prof. W.F.J.M. Krul,
Voorzitter der Afdeling
Gezondheidstechniek T.N.O.

INHOUD

	<u>blz.</u>
WOORD VOORAF	II
SAMENVATTING	IV
SUMMARY	V
1. INLEIDING	1
2. HET CHEMISCH ONDERZOEK	3
2.1. De gebruikte analyse methoden	3
2.1.1. Nitraatbepaling	3
2.1.2. Nitrietbepaling	4
2.1.3. Ammoniakbepaling	4
2.1.4. NO ₃ -, NO ₂ - en NH ₄ -bepalingen tezamen	4
2.1.5. Organische stikstofverbindingen	4
2.1.6. Bepaling van alle N-verbindingen tezamen	4
2.2. De verkregen resultaten	4
2.2.1. Het onderzoek in duinterreinen	4
2.2.2. Het onderzoek in een meeuwenkolonie	5
2.2.3. Het onderzoek in een forensenkamp	6
3. HET BACTERIOLOGISCH ONDERZOEK	11
3.1. De gebruikte kweekmethoden	11
3.1.1. Het kiemgetal	11
3.1.2. Het onderzoek op typische E.coli	11
3.2. De verkregen resultaten	11
3.2.1. Het onderzoek in duinterreinen	11
3.2.2. Het onderzoek in een meeuwenkolonie	13
3.2.3. Het onderzoek in een forensenkamp	14
4. CONCLUSIES	16
CONCLUSION	17
LITERATUUR	19
TABELLEN 1-2-3-4-8-9-10-11-17	
GRAFIEKEN 1 EN 2	

SAMENVATTING

Een onderzoek werd ingesteld naar de zuiverende werking van de bodem en wel door met chemische en bacteriologische analyses na te gaan, welke veranderingen een in de bodem gebrachte verontreiniging ondergaat.

In het chemisch onderzoek werden voornamelijk de stikstofverbindingen betrokken, terwijl voor het bacteriologisch onderzoek het kiemgetal en de al of niet aantoonbaarheid van *E.coli* werd nagegaan. Uiteraard kan dit onderzoek slechts een algemene indruk geven van de processen, welke zich in de bodem afspelen.

Allereerst werd een onderzoek verricht in maagdelijk duin-terrein; daarna in een meeuwenkolonie, waar een matige verontreiniging van de bodem plaatsvond en tenslotte in een forensenkamp, waar veel sterker verontreiniging van de bodem plaats had.

In de eerste twee gevallen was op enige diepte van de verontreinigingen nauwelijks meer iets aan te tonen; in het laatste geval was weliswaar *E.coli* in de onderzochte droge zandgrond nog slechts op geringe afstand aan te tonen, doch de mineralisatie-producten van de ingebrachte verontreiniging konden op geruime afstand worden aangetoond, zij het ook dat in de loop der maanden de concentratie der mineralisatie-producten belangrijk verminderde. Ongetwijfeld hangen deze resultaten samen met de aard der onderzochte bodem (droge, doorluchte zandgrond), daar ook gevallen bekend zijn, waarin een infectie, welke het grondwater bereikte, jarenlang zijn oorspronkelijke eigenschappen behield.

Men wachte er zich derhalve voor de hierna volgende resultaten te generaliseren, daar de typische eigenschappen van een bepaalde bodem de mogelijkheden der zuivering daarin uiteindelijk zullen bepalen.

Bij het afsluiten van dit onderzoek moet met erkentelijkheid worden vermeld de grote medewerking, welke werd ondervonden van de Directie van de Haagse Duinwaterleiding, het Provinciaal Waterleidingbedrijf Noordholland en het Gooise Natuurreservaat.

SUMMARY

The purificative capacity of the soil was analysed chemically and bacteriologically.

The chemical investigation was mainly concentrated on the nitrogen compounds, while the bacteriological tests concerned the number of bacteria and the presence of *E. coli*. It will be evident that these results only give a general impression.

First of all the investigations were carried out in virgin dune-soil, then in a settling-area of sea-gulls and thirdly in a touristcamp with pit-privies, where the infection of the soil was more serious.

In the first two cases hardly any contamination could be detected at some depth below the surface, in the touristcamp *E. coli* was only detectable at very small distances from the point of infection, but the mineralisation products could be found much farther away. During the winter months the total amount of the mineralisation products decreased considerably although the spreading in the soil went on.

Undoubtedly the rather favourable picture was caused by the special character of the soil in question (being dry and aired), as we also know cases in which an infection, once having reached the groundwater level, retained its original properties during several years.

Hence incidentally obtained good results should not be generalised, as in a certain case the specific properties of the soil in question will determine whether the purification may be favourable.

1. INLEIDING

Het verschijnsel der zelfreiniging, dat optreedt wanneer wij menselijke of industriële afvalstoffen brengen in een natuurlijk milieu is welbekend. Wanneer b.v. stedelijk afvalwater in niet te grote hoeveelheid wordt geloosd op een natuurlijke waterloop ¹⁾ is na enige tijd de verontreiniging verdwenen en het is dan ook alleszins begrijpelijk, dat men van deze eigenschappen van het oppervlaktewater ruimschoots gebruik maakt. Wij willen in dit verband wijzen op de lozing van het Amsterdamse rioolwater in het IJsselmeer, waar dagelijks 100 - 150.000 m³ afvalwater, afkomstig van een half miljoen zielen, wordt geloosd, welke hoeveelheid op een afstand van slechts 600 m van het einde der persleiding, een groot deel zijner karakteristieke eigenschappen verloren heeft, dank zij de dissimilatorische activiteit der in het water aanwezige microflora ^{2) 3)}.

Hierbij speelt de zuurstof een belangrijke rol; hoe sterker het water verontreinigd wordt, hoe meer zuurstof het bindt. Een suppletie van zuurstof uit de lucht naar waterlagen, welke een abnormaal laag zuurstofgehalte hebben gekregen door het verbruik dezer zuurstof bij de verbranding der verontreinigende organische verbindingen is door de aard van het vloeibare milieu zeer wel mogelijk en ook algen kunnen onder invloed van het zonlicht door koolzuurontleding belangrijke hoeveelheden zuurstof in het water brengen. Wij kunnen de zuivering als volbracht beschouwen wanneer het milieu weer een zodanige samenstelling heeft verkregen dat het normale biologische leven ongestoord verder kan gaan.

Geheel anders liggen de omstandigheden, wanneer de zuivering moet plaats vinden in een niet vloeibaar milieu, in casu in de bodem. Wanneer daar een verontreiniging in wordt gebracht zal zij niet verdund worden in het milieu, een toevoer van vrije zuurstof is slechts in zeer beperkte mate mogelijk en ook de afvoer van de al dan niet onschadelijk geworden omzettingen producten is veel moeilijker dan in een vloeibaar milieu.

Uiteraard zijn de verschillende omzettingen, waaraan een in de bodem gebrachte verontreiniging onder invloed der in deze bodem aanwezige microflora onderworpen wordt in principe wel bekend. Zo kunnen wij verwachten dat een verontreiniging, welke op de bodem gebracht wordt sterk aeroob zal worden afgebroken met als eindproducten nitraten voor zover het stikstofhoudende bestanddelen betreft; koolzuur en water als ultimale oxydatie-producten van C- en H- houdende verbindingen terwijl de zwavel maximaal geoxydeerd kan worden tot sulfaten. Wanneer de oxydaties minder ver gaan kunnen wij allerlei tussenproducten aantreffen, welke wat b.v. de stikstof betreft uit ammoniumzouten en nitrieten, wat de koolstofhoudende verbindingen betreft b.v. uit vetzuren, oxyzuren e.a. bestaan. Deze kunnen dan op hun beurt weer aanleiding geven tot secundaire omzettingsreacties en het is zelfs mogelijk dat aanvankelijk gevormde oxydatie-producten toch weer het uitgangspunt worden voor anaerobe omzettingen. Hier moge slechts worden gewezen op de sulfaatreductie, welke in diepere aardlagen door binnendringen van sulfaten en organische verbindingen mogelijk is.

In plaats van de onschadelijke sulfaten komt dan de giftige zwavelwaterstof.

Ook de stikstof uit de organische bestanddelen, welke in zijn nitraatvorm een bij uitstek geschikte voedingscomponent voor de plant zou kunnen zijn, kan, doordat het nitraat-ion aan de grondpartikeltjes niet geadsorbeerd wordt in tegenstelling met het ammoniumion, zich met regenwater naar diepere aardlagen begeven, daar ten prooi vallen aan denitrificatie en als gasvormige stikstof weer ontwijken uit de grond, zodat het mogelijk is dat in de bodem uiteindelijk slechts ten dele profijt wordt getrokken van verbindingen welke een gunstige invloed zouden kunnen hebben 4).

Ongetwijfeld speelt hierbij het feit, dat we in de bodem, in tegenstelling met in een waterig milieu, geen homogeen medium hebben, een belangrijke rol. Op dit niet homogene karakter van de bodem wordt ook door Quastel en Scholefield gewezen 5).

Dat het eindresultaat der omzettingen toch gunstig kan zijn blijkt wel uit het feit, dat van de zuiverende werking van de bodem heden ten dage veelvuldig gebruik wordt gemaakt o.a. bij de kunstmatige infiltratie van oppervlakte water ten behoeve van centrale drinkwatervoorzieningen, zoals dit in ons land bij St. Jan Steen voor Zeeuws-Vlaanderen en bij Valkenburg voor Leiden; bij onze oosterburen voor Frankfort, Wiesbaden, Hamburg, het Ruhrgebied en nog vele andere plaatsen geschiedt.

Hierbij wordt oppervlakte-water van matige kwaliteit door bevoëling in de bodem gebracht en het lijkt alleszins gerechtvaardigd aan te nemen dat door de continue infiltratie zich in de bodem langzamerhand een flora ontwikkelt, welke geheel ingesteld is op een permanente aanvoer van bepaalde verbindingen van organische oorsprong. Analooq hiermee kennen wij het verschijnsel van de rijping der langzaamzandfilters nadat deze geschuimd zijn.

Wanneer er echter een incidentele, vrij zware verontreiniging in de bodem gebracht wordt is het zeer de vraag hoe de daar aanwezige microflora reageren zal. Het is natuurlijk mogelijk, dat totale mineralisatie plaats vindt, waarbij zoals boven reeds werd aangestipt de stikstof uiteindelijk voor een deel in de atmosfeer ontwijkt. Hetzelfde geldt voor het gevormde koolzuur, terwijl het water te verwaarlozen is t.o.v. de in de grond aanwezige hoeveelheid water. De kans bestaat echter ook, dat de nitraten en eventueel minder vergeoxydeerde omzettingsproducten door de regen naar beneden worden gespoeld en zo tenslotte in het grondwater terecht komen. Er bestaan aanwijzingen dat verdere omzettingen in het grondwater slechts zeer langzaam verlopen. Daarnaast moet echter vermeld worden het feit, dat het grondwater zich in horizontale richting slechts zeer langzaam verplaatst, zoals gebleken is bij het onderzoek dat in de jaren 1934 en 1935 bij Bussum werd verricht. 6)

Er bestaat dus alle aanleiding omtrent deze problemen een nader onderzoek in te stellen. Voorlopig hebben wij ons beperkt tot zandgronden, mede in verband met het feit, dat

vele zandgronden speciaal in het Westen van ons land behoren tot drinkwaterwingebieden en dat het lot van een bodemverontreiniging daar een inzicht kan geven aangaande de betrouwbaarheid der waterwinning. Allereerst zijn onderzocht maagdelijke zandgronden (onberoerde duingrond), daarnaast werden monsters genomen in een duingebied, dat permanent doch matig werd verontreinigd (een meeuwenkolonie) en tenslotte werden analyses verricht op een terrein dat plaatselijk gedurende vijf maanden van het jaar vrij sterk werd verontreinigd, n.l. een forensenkamp zonder riolering.

In hoofdzaak werd een chemisch onderzoek ingesteld naar het lot der stikstofhoudende verbindingen, doch ook werden de met kaliumpermanganaat oxydeerbare verbindingen, de pH en het chloride-gehalte bepaald. Daarnaast werd nog een bacteriologisch onderzoek verricht.

2. HET CHEMISCH ONDERZOEK

2.1. De gebruikte analyse methoden

Allereerst werd getracht een inzicht te verkrijgen omtrent de toestand in maagdelijke zandgrond⁷⁾ en daar alras bleek, dat de verandering in de verschillende componenten hoofdzakelijk in de bovenste 2 m plaats vond, werd het onderzoek tot deze laagdikte beperkt. Met behulp van een 2" geelkoperen buis van 1.1 m lengte werden grondmonsters van 10 cm lengte gestoken. Het zand was van een zodanige vochtigheidsgraad, dat de cylindertjes bij het uit de grond halen in de buis bleven hangen en later met een houten hamer er uit konden worden geklopt. Wanneer de 2" buis 1 m diep in de grond gebracht was, werd met een tweede buis van 1½" en 2.10 m lengte verder geboord. Veelal werden met deze tweede buis niet aansluitende monsters genomen tot - 2 m, doch werd volstaan met monsters op - 1 m, - 1.30 m, - 1.70 m en - 2 m. In verband met het grote aantal monsters in de Franse Kamp werd daar volstaan met 4 monsters per boring, n.l. op - 50, - 100, - 150 en - 200 cm.

De resultaten der analyses zijn vastgelegd in de tabellen 1 t/m 11.

Wat betreft de analyse-methodiek mogen hier enkele opmerkingen worden gemaakt. Aanvankelijk werden de verschillende bepalingen apart verricht in separate monsters zand. Later werd een en ander gecombineerd.

2.1.1. Nitraatbepaling

Deze geschiedde met phenolsulfonzuur volgens de "Standard methods for the examination of water and sewage. 9e Ed 1946"; 25 gram grond wordt met 150 cc aqua dest. en een kleine hoeveelheid CaCO_3 even opgekookt en gefiltreerd. Door de kalktoevoeging wordt een helder filtraat verkregen. Het zand wordt uitgewassen totdat in totaal 250 cc filtraat is verkregen. De bepaling gaat verder, zoals voor water is voorgeschreven.

2.1.2. Nitrietbepaling

Daar de nitrietionen, evenals de nitraationen, niet geabsorbeerd worden aan het zand, wordt nogmaals een waterig uittreksel gemaakt en hierin met behulp van nitrietreagens en een elektrische colorimeter (Klett) het gehalte aan nitriet bepaald.

2.1.3. Ammoniakbepaling

Teneinde de aan het zand geabsorbeerde ammoniumverbindingen in oplossing te krijgen wordt 25 gram zand met 75 cc 0,1 n HCl en 75 cc aqua dest. gedurende 15 minuten net aan de kook gehouden en dan gefiltreerd door asbestvezels (filtratie door papier geeft n.l. steeds variërende blanco waarden) of door een glasfilter (poriëngrootte 1). Sommige monsters laten zich ook zeer goed decanteren en uitwassen. De calciumverbindingen geven echter vaak stoornis bij het toevoegen van de Nessler reagentia, zodat er tenslotte de voorkeur aan gegeven werd de ammoniumverbindingen eerst over te destilleren en daarna electro-colorimetrisch met Nessler reagens te bepalen.

2.1.4. NO_3^- , NO_2^- en NH_4^- -bepalingen tezamen

Op de wijze, beschreven bij 2.1.3. wordt een waterig extract gemaakt en dit met Devarda's legering behandeld, zodat alle stikstofverbindingen in de vorm van ammoniumzouten worden gebracht. Daarna worden ze uit de gebruikte Kjeldahlkolf afgedestilleerd en met Nessler-reagens colorimetrisch bepaald.

2.1.5. Organische stikstofverbindingen

Hiervan kan weliswaar een klein deel in oplosbare vorm in de sub 4 bereide oplossing terecht komen, doch het resterende deel wordt in het met zuur behandelde zand met seleen-katalysator gedestruëerd, daarna met Devarda gereduceerd en de NH_3 bepaald.

2.1.6. Bepaling van alle N-verbindingen tezamen

Volgens de methode Jodlbauer wordt 25 gram zand gedestruëerd; waarbij evenwel evenals ad 5 de seleen-katalysator (zie hiervoor de bovengenoemde "Standards") gebruikt wordt. De totale hoeveelheid gevormde ammoniak wordt dan op de gebruikelijke wijze bepaald. Het hinderlijke stoten van het zand in de Kjeldahlkolf wordt vermeden door het met Devarda behandelde zand uit te wassen en met het filtraat de destillatie te verrichten.

2.2. De verkregen resultaten

2.2.1. Het onderzoek in duinterreinen (Zie tabel 1,2,3 en 4)

Uit de verkregen cijfers zien wij, dat de nitraatgehalten in het maagdelijke duingebied bij een diepte van 60 tot 70 cm beneden maaiveld een vrijwel constante, zeer

lage waarde bereiken.

Het gehalte aan organische stof (met KMnO_4 -oxydabel) vertoont een nagenoeg identiek verloop.

Het gehalte aan nitriet is zo laag, dat dit nauwelijks als indicator voor de toestand in de bodem kan gelden. Het ammoniakgehalte is reeds beneden - 20 cm praktisch constant. Het beeld, dat wij over de processen, welke in deze duingrond plaatsvinden, kunnen vormen, is op grond van het bovenstaande het volgende:

Wat aan organische stoffen (uitwerpselen van enkele kleine dieren en afgestorven plantenmateriaal) op de bodem komt, wordt gedeeltelijk direct geoxydeerd (waarbij nitraten worden gevormd) en dringt voor de rest in de bodem door, waarbij ongetwijfeld de regen als transportmiddel fungeert. Met de regen zelve komen eveneens stikstofverbindingen in de grond. Een berekening uit de gegevens van Leeftang ⁸⁾ leert ons, dat op ± 3 km van de kust per jaar met de regen per m^2 neerslaan

1,4	mg $\text{NO}_3\text{-N}$
46,2	mg $\text{NO}_2\text{-N}$
196	mg $\text{NH}_3\text{-N}$

Totaal ± 250 mg N/ m^2 /jaar

Naarmate minder vrije zuurstof in de bodem beschikbaar is, wordt de NO_3 -zuurstof voor de oxydatie der organische stof gebruikt. De omstandigheden voor bacteriëel leven worden bij toenemende diepte ongunstiger en in de kiemgetallen is dan ook een afname te bespeuren. (Zie tabel B onder 3.2.1: Het bacteriologisch onderzoek).

Watermonsters, genomen op ± 40 m diepte onder de bemonsterde plaatsen bevatten hoeveelheden nitraat, kleiner dan $0,4$ mg/l en ongeveer 1 mg NH_4 /l.

2.2.2. Het onderzoek in een meeuwenkolonie

Belangrijk verschillen hiermede de cijfers, welke gevonden werden in de z.g. meeuwenkolonie, gelegen ten N.W. van Meijendell. Hier is, vooral in het voorjaar wanneer de meeuwen broeden, de grond bedekt met de uitwerpselen van vele meeuwen in de vorm van witte plakken.

Het is niet zo, dat de grond geheel wit is, doch speciaal de nitraatcijfers zijn hoog te noemen. Weliswaar vertonen zij ook hier bij toenemende diepte een daling, doch op - 70 cm zijn de waarden nog ongeveer viermaal zo hoog als die in het gewone duin en het opmerkelijke is, dat deze waarden bij toenemende diepte hoger blijven. Het organische stof-gehalte is reeds gedaald tot dezelfde waarde of nog lager als in het maagdelijke duin. Men zou geneigd zijn te zeggen dat met de nitraatzuurstof niet veel organische stof meer te oxyderen is en het nitraat, doordat dit niet geabsorbeerd wordt aan de zandkorrel zich met de regen naar omlaag beweegt. Het diepe duinwater bevatte hier $5 - 15$ mg NO_3 /l, ammoniak was afwezig.

(0.0005 mg N per gram grond met een vochtgehalte van 6 % betekent dat het water tussen de zandkorrels $\pm$ 8 mg NO₃ per l bevat).

Volledigheidshalve moge hier nog vermeld worden de resultaten van het onderzoek der verschillende zandsorten op korrelgrootte, dat op ons verzoek verricht werd door het personeel der Haagse Duinwaterleiding.

Tabel 5

Korrelgrootte der zandmonsters / Size of soil samples of
van verschillende herkomst, / different origin.
genoteerd als restpercentages
op de zeef.

Herkomst monsters	Haagse duinen	Vogelenzangduin	Franse Kamp
grindfractie (2 - 64 mm)	-	-	0.50 %
zandfractie tot 0.600 mm	0.66 %	0.01 %	5.74 %
" 0.600 - 0.420 mm	1.11 %	0.25 %	14.76 %
" 0.420 - 0.300 mm	3.37 %	12.85 %	38.86 %
" 0.300 - 0.210 mm	38.72 %	52.05 %	69.01 %
" 0.210 - 0.150 mm	94.95 %	94.70 %	99.24 %
" kleiner dan 0.150 mm	99.87 %	99.84 %	99.94 %
slibfractie (0.016 mm)	-	-	-
gelijkmatigheidscoëfficiënt	-	-	-
60 % kleiner	-	-	-
10 % kleiner	1.25	1.42	1.65

Alle monsters werden genomen vanaf maaiveld tot - 2 m.

2.2.3. Het onderzoek in een forensenkamp

Teneinde een inzicht te krijgen in wat er in de bodem gebeurt wanneer een werkelijk intensieve verontreiniging plaats vindt, werd een onderzoek verricht in een forensenkamp, dat géén riolering heeft noch over een andere wijze van fæcæliënafoer beschikt; doch alvorens tot een bespreking der details over te gaan, moge hier eerst iets in het algemeen worden gezegd over forensenkampen.

De groei der bevolking heeft vooral in het Westen des lands waar wij reeds een dichtheid van $\pm$ 800 zielen per km² hebben, een steeds sterker wordende drang naar recreatie doen ontstaan.

Voor het kamp te Castricum, waar gedurende vijf maanden van het jaar een groot aantal inwoners van Amsterdam en Zaandam vertoeven, was het aantal kampdagen b.v. in 1950 nagenoeg 5 x zo groot als in 1946.

Tabel 6

Toenemende drang naar recreatie/Increasing demand for recreation

Kamp Castricum	1946	1947	1948	1949	1950
mankampdagen	66.799	159.415	260.322	321.193	367.808
kinderkampdagen	24.796	82.584	130.934	139.160	150.000
totaal	91.505	241.999	391.256	460.353	517.808
Cijfers ontleend aan het jaarverslag 1951 van het Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noordholland.					

Het is begrijpelijk, dat de voor het kamp verantwoorde-
lijke instantie, het Provinciaal Waterleidingbedrijf
Noordholland (P.W.N.) dan ook reeds lang overgegaan is
tot het aanleggen van een drinkwaterdistributiesysteem
(gemiddeld gebruik per hoofd per dag in 1950 60 à 70 l.),
terwijl over het gehele kamp 11 toiletgebouwen met 118
closets en 25 urinoirs verspreid zijn. De faecaliën
worden afgevoerd naar een grote centrale septic-tank. Het
effluent hiervan wordt door een gesloten leiding buiten
het kamp gebracht en o.a. gebruikt voor bevoeding van
een boomkwekerij. Ook het grote kamp te Oostvoorne, dat
des zomers een bezetting heeft van + 10.000 Rotterdammers,
heeft een drinkwatervoorziening en toiletgebouwen. Hier
worden de faecaliën per tankauto uit het kamp afgevoerd
Wanneer wij echter de toestand in de kampen nagaan met
een veel kleiner zielental, (doch meestal ook een klei-
nere bevolkingsdichtheid) dan is daar doorgaans wel goed
drinkwater, doch de faecaliënverwijdering is meestal zeer
primitief.

Het zal duidelijk zijn, dat speciaal in dergelijke
kampen het onderzoek van het lot van een bodemverontrei-
niging ons een inzicht kan⁹⁾ verschaffen omtrent de zui-
verende werking in de bodem, door Caldwell "soil defence"
genoemd.¹⁰⁾

Voor dit onderzoek werd nu gekozen de zgn. "Franse
Kamp", gelegen ten N. van het Spanderswoud, tussen Hil-
versum en Bussum. Op een terrein van 20 ha wordt des zo-
mers door het Gooise Natuurreservaat gelegenheid gege-
ven aan een 450-tal bezitters van kampeerhuisjes daar
van 1 April tot 1 September, te verblijven. Het drinkwater
wordt betrokken uit een 3-tal putten, te weten één gelegen
op het erf van de kampbeheerder en 2 later aangebrachte
putten in het terrein. Bij de huisjes wordt ieder jaar
op een, door de kampbeheerder aangewezen, wisselende
plaats een put gegraven van + 40 cm diameter en 1 m diep,
waar over een houten huisje van + 1.10 m x 1.10 m bodem-

oppervlak wordt geplaatst. Nemen we aan, dat de kamphuisjes permanent bewoond zijn door 4 à 5 personen, dan zou per seizoen door deze 2000 personen op een oppervlak van in totaal 20 ha, ongeveer 3200 k^oN in de vorm van eiwitten, aminozuren, ureum en andere stikstofverbindingen in de grond worden gebracht, hetgeen overeenkomt met 16 gram N per m² als gemiddelde waarde. We moeten echter realiseren, dat de plaatselijke concentratie veel hoger zal worden daar de oppervlakte der 450 faecaliënputten slechts 56.25 m² is en hierdoor 10.000 k^o faeces en 400 m³ urine in de bodem worden gedeponeerd.

Deze bodem bestaat practisch uit zand, waarvan de korrelgrootte voor de bovenste 2 m in tabel 5 werd gegeven. Uit een 17-tal boorrapporten, welke welwillend door de Geologische Stichting te Haarlem ter inzage werden gegeven, bleek dat tot op een diepte van 30-40 m géén kleilagen of waterafsluitende lagen werden aangetroffen. Het grondwater staat gemiddeld op diepten, variërend van 3,5 tot 1,5 m beneden maaiveld.

In de loop van het zomerseizoen zal een steeds groter hoeveelheid faecaliën in de put worden gevormd. Deze zal gedeeltelijk tot ontleding overgaan, waarbij de constructie van de put oxydatie van de ontstane ammoniak mogelijk maakt. De oplosbare verbindingen uit de faecaliën dringen ten dele in de omringende grond en de ontleding zet zich daar voort. De ontstane ammoniak kan zeer gemakkelijk in de grondmonsters vlak bij de put met rood lakmoespapier of ook alleen al door de reuk worden geconstateerd.

Wat de hoeveelheid beschikbare vloeistof betreft: deze is betrekkelijk gering daar gerealiseerd moet worden dat door het plaatsen van het W.C.huisje een stuk grond van 1.10 x 1.10 m afgeschermd wordt en de regen welke op dit oppervlak zou vallen, gedurende 5 maanden, aan één van de zijanten van het huisje terecht komt. Na het beëindigen van het seizoen valt de regen uiteraard gelijkmatig over het hele terrein.

De regenval van 1 April 1951 tot 1 April 1952 bedroeg:

Tabel 7

Regenval "Franse Kamp" 1 April 1951 tot 1 April 1952 / Rainfall "Franse Kamp" from April 1951 till April 1952

April 1951	74.2 mm	Augustus 1951	151.9 mm	December 1951	59.8 mm
Mei 1951	41.4 mm	September 1951	62.7 mm	Januari 1952	83.6 mm
Juni 1951	49.4 mm	October 1951	14.3 mm	Februari 1952	51.4 mm
Juli 1951	26.1 mm	November 1951	118.3 mm	Maart 1952	54.9 mm

Wanneer wij nu allereerst de beweging van het regenwater in de grond beschouwen kunnen wij de onderstaande berekening maken:

1 gram natte grond vlak boven het grondwater bevat 0.003 à 0.004 mg Cl'en heeft een vochtgehalte van 18%, hetgeen betekent, dat deze 0.0035 mg Cl'opgelost is in 0.18 cc water. Daar de verdamping van het water beneden de 2 m verwaarloosbaar geacht mag worden zal dit water, zonder verdere veranderingen in zijn Cl'-gehalte omlaag zakken met ditzelfde gehalte van

18.25 mg Cl⁻/l. Analyses van het, van een diepte van - 40 m opgepompte drinkwater in de Franse Kamp gaven een Cl⁻-gehalte van 18.4 mg/l (Maart 1947), 15.2 mg/l (October 1951) en 14.5 mg/l (Februari 1952). Verder kan uit andere gegevens berekend worden dat het water onder normale omstandigheden zeker niet meer dan 2 m per jaar aflegt in benedenwaartse richting, zodat de weg tot - 40 m in 20 jaar doorlopen zou kunnen worden.

Plaatselijk kunnen natuurlijk belangrijke afwijkingen voorkomen, daar het waswater op drie punten van het terrein in de bodem wordt geloosd (n.l. bij de "Uitspanning De Franse Kamp" zelf en de twee pompen welke in het terrein zijn aangebracht) door middel van horizontale drainleidingen, welke 5 - 10 m lang zijn.

Wanneer wij het verbruik in een kamp als het onderhavige stellen op 60 l per hoofd per dag zou dit bij een permanent volle bezetting van 2000 personen gedurende 160 dagen 19.200 m³ afvalwater betekenen. Dit water wordt dus eerst opgepompt van - 40 m, daarna op 2 m diepte en 5-10 m afstand bij iedere put weer in de bodem geloosd in hoeveelheden van 40 m³/dag. De filtratiesnelheid zal ter plaatse dus belangrijk groter kunnen zijn als de bovenberekende maximaal 2 m. We moeten evenwel realiseren dat dit alléén spoel- en waswater is, dat dus niet vermengd is met faecaliën.

De vraag is nu echter: welke afmetingen neemt de bodemverontreiniging rondom de faecaliënputten aan en hoe verandert het beeld gedurende de rustperiode van 1 September tot 1 April d.a.v. Ter plaatse huldigt men n.l. de opvatting dat in die tijd "alles verdwijnt".

Teneinde hieromtrent een inzicht te krijgen werden boringen verricht op afstanden, zoals aangegeven op tabel 8, 9 en 10, waarbij de monsters genomen werden op 50 cm, 100 cm, 150 cm en 200 cm beneden het maaiveld. In Maart 1952 werden zelfs tot - 3 m monsters genomen. Hiervan werden bepaald het gehalte aan

- 1) chloride
- 2) ammoniak-N
- 3) nitriet-N
- 4) nitraat-N
- 5) de pH.

De massa in de eigenlijke faecaliënput werd niet geanalyseerd, doch slechts hetgeen zich in de bodem verspreidde. Bepalingen van proteïd-ammoniak in het zand leverden zeer lage waarden op, zodat die geen essentieel beeld gaven en niet als routine bepalingen werden voortgezet. Ook het gehalte aan oxydeerbare organische stof gaf evenmin een typisch beeld, zodat het gehele onderzoek werd geconcentreerd op de bovenvermelde stikstofbepalingen. Analyses werden verricht in October 1951, Januari 1952 en Maart 1952. De chemische resultaten zijn neergelegd in de tabellen 8, 9 en 10.

Teneinde nog een beter overzicht te verkrijgen over de gang van zaken zijn in tabel 11 de resultaten der tabellen 8, 9 en 10 samengevat, waarbij ieder kruisje 0.01 mg N per gram grond weergeeft. Wanneer wij de 16, resp. 12 grammen grond van de boringen tezamen tellen geeft het totaal ge-

halte aan N-componenten een beeld van de chemische verontreiniging van de bodem en het verdwijnen daarvan in de loop der wintermaanden.

In Maart werd de put bij standplaats No 48 uitgegraven, waarbij bleek dat zij 1 m diep was. De bodem bevond zich dus op het niveau der monsters, welke met een (2) zijn aangeduid. Bij dit uitgraven werd een kuil van 1 x 1 x 1 m gemaakt, zodat het mogelijk was met de langste monsterbuis zelfs monsters te nemen tot 3 m beneden maaiveld. De grondwaterstand ter plaatse bleek nog lager te zijn, zodat de put tot op geruime afstand omgeven was met droog zand (vochtgehalte $\pm 6\%$).

In de maand September (tabel 8) zien wij in de monsters A₁, B₁ en C₁, (welke dus werden genomen op 50 cm beneden maaiveld) een steeds afnemend stikstofgehalte naarmate wij verder van de put verwijderd zijn; C₁ heeft nagenoeg de blanco waarde. Komen we 50 cm lager, dan is het gehalte voor A₂ bepaald hoog te noemen, B₂ lager, doch belangrijk hoger dan B₁, terwijl C₂ slechts iets toegenomen is. Op het niveau van - 1,50 m zijn alle N-gehalten verhoogd, evenals voor A₄, B₄ en C₄ (2 m beneden maaiveld). De AA-BB serie vertoont wat hogere cijfers in het algemeen; de hoogste waarde heeft AA₂.

In Januari werd reeds een afname der N-waarde verkregen in de A-B-C-en AA-BB series van $\pm 40\%$, terwijl in Maart de mindering $\pm 75\%$ bedraagt.

Uit de gedetailleerde cijfers van de tabellen 8,9 en 10 kunnen wij berekenen dat ammoniak-N en nitraat-N in de volgende concentraties voorkomen.

Tabel 12

Gehalte ammoniak-N en nitraat-nitriet-N in 20 bodemonsters van 1 gram tezamen op verschillende tijdstippen

N-content (NH₃-N and NO₂-N + NO₃-N) in 20 samples of 1 g, together at different dates.

	Ammoniak - N	Nitraat-nitriet-N
September	2.4434 mg	0.6614 mg
Januari	1.3927 mg	0.5491 mg
Maart	0.5392 mg	0.2108 mg

Men zou nu de vraag kunnen stellen wat de oorzaak is van deze vermindering van N-verbindingen. Wij weten dat het ammonium-ion sterk geadsorbeerd wordt aan het zand; het wordt niet door de regen uitgespoeld. De verdwenen ammoniak-stikstof kan echter omgezet zijn in een andere verbinding en het is logisch om te denken aan het proces der nitrificatie. Een aanwijzing hiervoor is te vinden in het aanvankelijk niet belangrijk verminderen van de nitraat-N gedurende de periode September-Januari, terwijl toch het nitraat wel met de regen naar diepere lagen gespoeld wordt. Dat daàr het proces der denitrificatie zal optreden is voor de hand liggend:

het nitraat-gehalte van het uiteindelijk van - 40 m opgepompte water bedraagt slechts 2 - 3 mg/l.

De reactieproducten van de denitrificatie zijnde CO₂ en gasvormige stikstof ontwijken uit de bodem, zodat uiteindelijk toch een aanzienlijke zuivering in de bodem optreedt. Een andere mogelijkheid is dat de ammoniak welke b.v. ontstaat door ontleding der ureum als zodanig in gasvorm ontwijkt. Uiteraard is het heel moeilijk hierover een inzicht te krijgen, doch uit sterk verontreinigde monsters is vaak na 4 uur bewaren reeds ammoniak aan te tonen in de goed gesloten flesjes met rood lakmoes-papier.

3. HET BACTERIOLOGISCH ONDERZOEK

Hoewel een breed opgezet onderzoek omtrent de aanwezigheid van verschillende bacteriesoorten in de bodem en de invloed daarvan op andere, in de bodem gebrachte bacteriën (antagonisme) een beter inzicht kan geven omtrent de in de bodem werkende krachten, werden de hier beschreven proeven beperkt tot een oriëntatie omtrent het kiemgetal van de grond, bepaald met een algemene voedingsbodem en het onderzoek naar de verspreiding van *E.coli* in de bodem, voortkomende uit een menselijke of dierlijke verontreiniging.

3.1. De gebruikte kweekmethoden

3.1.1. Het kiemgetal

Dit werd bepaald door 20 gram grond met 20 ml steriel leidingwater te schudden en van deze vloeistof, welke slechts even bezonken was, de benodigde hoeveelheden te gebruiken voor de verschillende verdunningen. Als medium werd Bacto-nutrient-agar gebruikt. De platen werden na verblijf van 2 en 3 dagen bij 22°C geteld. Als definitieve waarde werd het kiemgetal van drie dagen genoteerd. Hierbij zij evenwel aangetekend dat vaak vele kleine koloniën werden geteld en dat bij langer kweken hun aantal nog aanmerkelijk toenam. De cijfers worden dan ook slechts gebezigd ter vergelijking.

3.1.2. Het onderzoek op typische *E.coli*

Dit werd verricht door de grondsuspensie na kort bezinken te enten in McConkey-vloeistof en uit de buizen, welke na drie dagen kweken bij 37°C groei en gasontwikkeling te zien gaven, af te strijken op Endo-platen. De koloniën met typische metaalglans werden in reincultuur gebracht en onderzocht op hun vermogen om indol, zuur en acetylmethylcarbinol te vormen, benevens assimilatie-vermogen voor citraten.

Hoewel er in de laatste tijd stemmen opgaan om ook het streptococcenonderzoek te verrichten om een inzicht te verkrijgen in een mogelijke faecale verontreiniging, geldt *E. coli* toch nog steeds als een goede indicator⁽²⁾, zodat ook met het oog op de beperkte mogelijkheden in dit laboratorium het onderzoek op *E.coli* werd geprefereerd.

3.2. De verkregen resultaten

3.2.1. Het onderzoek in duinterreinen

In verband met het verloop van het nitraat- en orga-

nische stofgehalte in de bovenste lagen werd aanvankelijk het onderzoek naar het kiemgetal beperkt tot de lagen van 0 tot - 20 cm, - 20 tot - 40 cm, - 40 tot - 60 cm en van - 60 tot - 80 cm.

Tabel 13

Kiemgetal per gram grond in / Bacterial number in layers of 20
opeenvolgende lagen van 20 / cm below soil-surface.
cm beneden maaiveld.

plaats	Duinpan 22-7-51	Vogelenzang 30-7-51	Eikenbosje 4-9-51
0 tot -20 cm	39.000	80.000	173.300
-20 tot -40 cm	16.800	20.400	107.200
-40 tot -60 cm	15.100	5.800	103.900
-60 tot -80 cm	1.580	7.770	44.700

Teneinde echter een vergelijking te kunnen maken met de elders verkregen waarden werden later monsters van - 50 cm, - 100 cm, - 150 cm en - 200 cm onderzocht.

Tabel 14

Kiemgetal en gistingcijfers / Bacterial number and fermentation-
per gram grond tot op een / data. per g. soil down to 2 m. below
diepte van 2 meter beneden / soil-surface in virgin dune soil.
maaiveld in maagdelijk duin-
terrein

plaats	Begroeide duinpan 15-4-52 No 1	Idem 15-4-52 No 2
- 50 cm	kiemgetal 268.000 gisting 5 x 1 gr + + + + +	kiemgetal 94.000 gisting 5 x 1 gr + + - - -
-100 cm	kiemgetal 48.700 gisting 5 x 1 gr - - - - -	kiemgetal 17.800 gisting 5 x 1 gr - - - - -
-150 cm	kiemgetal 3.400 gisting 5 x 1 gr - - - - -	kiemgetal 8.000 gisting 5 x 1 gr - - - - -
-200 cm	kiemgetal 150 gisting 5 x 1 gr - - - - -	kiemgetal 950 gisting 5 x 1 gr - - - - -
plaats	Idem 23-5-52 No 3	Duintop 23-5-52
- 50 cm	kiemgetal 64.000 gisting 5 x 1 gr - - - - -	kiemgetal 410.000 gisting 5 x 1 gr - - - - -
-100 cm	kiemgetal 1.200 gisting 5 x 1 gr - - - - -	kiemgetal 99.600 gisting 5 x 1 gr - - - - -
-150 cm	kiemgetal 500 gisting 5 x 1 gr - - - - -	kiemgetal 56.500 gisting 5 x 1 gr - - - - -
-200 cm	kiemgetal 12 gisting 5 x 1 gr - - - - -	kiemgetal 11.000 gisting 5 x 1 gr - - - - -

Uit de vijf gistende buizen van monster No 1 werd afgestreken op Endo-voedingsbodem. Uit alle buizen groeiden koloniën met metaalglans. Bij nadere identificatie konden daaruit typische vertegenwoordigers van de E.coli-groep worden geïsoleerd.

Uit monster No 2 werden eveneens op Endo-platen koloniën met metaalglans geïsoleerd. Hieronder was echter geen E.coli, wel A.aerogenes. Wat de oorzaak is van die verschillende uitkomsten kan moeilijk worden aangegeven; de beide monsterplaatsen waren niet meer dan 50 m van elkaar verwijderd. Toch kunnen blijkbaar plaatselijk vrij grote verschillen optreden (het kiemgetal van monster no 1 is in de lagen waar bij no 1 E.coli werd gevonden, ook enige malen groter als dat van monster no 2). Het terrein wordt slechts bezocht door kleine dieren; men vindt er vrij veel uitwerpselen van konijnen.

3.2.2. Het onderzoek in de meeuwenkolonie

Op dezelfde wijze werden monsters genomen in de meeuwenkolonie. Hoewel het aantal meeuwen in de afgelopen winter niet maximaal was (in April-Mei wordt het steeds meer) werd toch wel de indruk verkregen dat ook bij een niet maximale verontreiniging de vermindering van het kiemgetal in de zandlagen zeer belangrijk was.

Tabel 15

Kiemgetal en gistingcijfers per gram grond tot op een diepte van 2 meter beneden maaiveld in een meeuwenkolonie

Bacterial number and fermentation-data per g. soil down to 2 m below soil-surface in a sea-gull settling

Monsters	kiemgetal / gram grond	gistingcijfers 5 x 1 gr.grond
- 50 cm	188.000	+ + - - -
-100 cm	25.660	- - - - -
-150 cm	40.000	- - - - -
-200 cm	2.310	- - - - -

Uit de gistende buizen werd afgestreken op Endo-platen, waarbij uit het monster van - 50 cm geén koloniën met metaalglans konden worden verkregen.

Vervolgens werd een aantal monsters genomen op slechts 5 - 15 cm beneden maaiveld. Het mengmonster leverde een kiemgetal per gram grond op van 1.626.000 bacteriën/gram grond, terwijl alle porties van 1 gram gisting gaven in McConkey vloeistof. Uitgestreken op Endo-platen groeiden uit alle buizen kolonies met metaalglans.

Bij nadere differentiatie bleken zij voor het grootste deel te behoren tot de E.coli en A.aerogenesgroep.

Tenslotte werd nog een suspensie van meeuwenfaeces onderzocht. Hiermede werd groei en gasvorming verkregen in McConkey

vloeistof bij 37° en bij 45°, terwijl ook in het medium van Eykman bij 45° dezelfde resultaten werden verkregen. De hieruit verkregen reincultures, welke met metaalglans groeiden op Endo-medium bleken typische E.coli te zijn.

Ofschoon de verontreiniging van de bodem hier dus bepaald groter gerekend mag worden als in het onder 3.2.1. vermelde maagdelijke duinterrein, komt het eindresultaat qua orde van grootte ongeveer overeen met dat van het monster "begroeide duinpan No 2", en kunnen we de zuiverende werking van de bodem als goed kwalificeren. Dat dit echter ook minder kan zijn toont de vergelijking met "begroeide duinpan No 1" aan; bij ongetwijfeld geringere verontreiniging is E.coli daar tot op grotere diepte aantoonbaar.

3.2.3. Het onderzoek in een forensenkamp

Door omstandigheden werden in September niet dezelfde soort analyses verricht als in Januari. Derhalve zullen hier slechts de uitkomsten van medio Januari en eind Maart worden vermeld, speciaal wat betreft de aantoonbaarheid van E.coli.

In Januari werden de volgende resultaten verkregen:

Tabel 16

Gasontwikkeling in medium van / Fermentation in McConkey at
McConkey bij 37°C met hoeveel- / 37°C with different quantities
heden van 1, 0,1 en 0,01 gram / of soil
grond

monsters	5 x 1 cc	5 x 0,1 cc	5 x 0,01 cc
AA ₁	+ + + + +	+ + + - -	- - - - -
AA ₂	+ + + + +	+ + + + -	- - - - -
AA ₃	+ - - - -	- - - - -	- - - - -
AA ₄	+ + + - -	- - - - -	- - - - -
BB ₁	+ + + + +	+ - - - -	- - - - -
BB ₂	+ + + + +	+ + + - -	- - - - -
Uitgestreken op Endo-platen / Inoculated on Endo-plates the leverde dit het volgende / following results were obtained beeld op			
AA ₁	m m m m m	m m m - -	
AA ₂	m m m m m	m m m m -	
AA ₃	- - - - -	- - - - -	
AA ₄	- - - - -	- - - - -	
BB ₁	m m - - -	m - - - -	
BB ₂	m m m - -	m - - - -	

Bij differentiatie op indolvorming, methylrood-omslag, Voges-Proskauer reactie en groei in citraat-medium bleek geén enkele der op Endo-agar met metaalglans groeiende kolonies een typische *E.coli* te zijn. Van de 18 geïsoleerde reïncultures behoorden er 10 tot het aerogenes-type, 6 tot het intermediate-type en 2 tot het type coli II (indol-, MR+, VP- en citraat-) ¹³⁾

Na vier maanden verblijf in de grond was op 40 cm afstand van de put in de onderzochte monsters dus geen typische *E.coli* aan te tonen. Dat dit het resultaat kan zijn van vele factoren blijkt b.v. ook uit het onderzoek van Beard, Carlson en Chambers ¹⁴⁾ en Beard ¹⁵⁾ ¹⁶⁾, waarbij vochtgehalte, temperatuur, regenval, zonlicht, organische stofgehalte van het milieu en pH van invloed bleken op de levensduur van *E.typhosa*.

Na zeven maanden werden de resultaten verkregen, welke zijn vastgelegd in tabel 14.

De monsters van de A-serie vertoonden op geen der verschillende niveau's meer gisting, terwijl recht onder de put op 50 cm afstand (de bodem van de put bleek zich bij uitgraven op - 1 m te bevinden), dus op - 1,50 m nog slechts één van de 5 grammen grond groei en gasontwikkeling gaf in het medium van McConkey. In de BB-serie was vooral op - 1 m, dus monsters BB₂, nog een behoorlijke verontreiniging aanwezig. Toch kon ook hier na afstrijken der gistende buizen op Endo-platen onder de met metaalglans groeiende kolonies geen enkele maal een typische *E.coli* worden aangetoond; zij behoorden tot *A.aerogenes*- of intermediaire typen.

Hier moge nog gewezen worden op de pH van het milieu, die voor de blanco monsters tussen 5 en 6 varieerde. Onder invloed der omzettingen, waaraan het faecale materiaal onder hevig is kan de pH oplopen tot meer dan 8 (zie tabel 7), terwijl op enkele plaatsen in het forensenkamp monsters werden genomen uit de grondwaterzone. De pH (gemeeten met de glaselectrode) bedroeg daar vaak nog minder dan 5 (4.8 en 4.9) en ongetwijfeld zal de vrij sterke verandering, welke het milieu in de loop der maanden ondergaat van grote invloed zijn op het voortbestaan der in de verontreiniging aanwezige bacteriën. In hoeverre wij deze invloeden echter in rekening mogen brengen als betrouwbare factoren bij de zuiverende werking van de bodem kan op grond van de bovenbeschreven, incidenteel gunstige gevallen, o.i. niet beslist worden en al zou uit een omvangrijker cijfermateriaal een algemener indruk worden verkregen van hetgeen zich in de bodem kan afspelen, dan nog zullen in een bepaald geval de typische eigenschappen van de betrokken grond en van de ingebrachte infectie bepalen hoe snel of hoe langzaam de mineralisatie en het te gronde gaan der bacteriën zich zal voltrekken. Vooral bij een niet-homogene bodem moet men op verrassingen zijn voorbereid.

4. CONCLUSIES

Een oriënterend onderzoek werd ingesteld naar de zuiverende werking van de bodem. Hiervoor werd eerst de toestand bestudeerd zoals die is in maagdelijk duinterrein, daarna in duinterrein, dat aan een zekere mate van verontreiniging blootstaat, terwijl tenslotte de veranderingen werden onderzocht, welke een vrij zware faecale verontreiniging in zandgrond ondergaat.

In maagdelijk duinterrein werd in de lagen tot 2 meter beneden maaiveld niet veel verandering gevonden in het nitriet- en het ammoniakgehalte. Het nitraatgehalte nam daarentegen in de bovenste laag van 1 m belangrijk af. Parallel daarmee ging de vermindering van de met KMnO_4 -oxydabele organische stof. Het kiemgetal per gram grond, dat in absolute zin nogal eens kan variëren nam bij toenemende diepte eveneens sterk af. Werden met zandmonsters van 1 gram, genomen op 50 cm diepte in het medium van McConkey nog wel gistingen verkregen met daaruit isoleerbare kolonies, die op Endo-platen met metaalglans groeiden, zo waren de resultaten der monsters, genomen op 1 meter diepte, allen negatief.

In een meeuwenkolonie werden dergelijke resultaten verkregen, zij het dat het nitraatgehalte hier enige malen hoger was dan in het maagdelijke duin. In de bovenste laag van 1 meter dikte werd de verontreiniging door meeuwenfaeces vrij afdoende onschadelijk gemaakt, zij het dan ook dat haar mineralisatieproducten nog wel aantoonbaar waren.

De verontreinigingen, welke in het onderzochte vacantiëkamp in de bodem werden gebracht, bleken van veel ernstiger aard. De mineralisatieproducten konden in veel groter concentratie en op veel groter afstand van de verontreinigingsbron worden aangetoond.

De hoeveelheid mineralisatie-producten bleek in een laag van 2 meter vanaf maaiveld in het onderzochte geval na vier maanden tot $\pm 60\%$ en na zeven maanden tot $\pm 25\%$ teruggelopen te zijn.

Zeer gunstig bleken de zuiverende krachten in de onderzochte droge zandgrond te werken op de bacteriële verontreiniging. Na vier maanden verblijf in de bodem was op 40 cm afstand van de faecaliënput op geen der onderzochte niveaus meer typische *E. coli* aan te tonen, terwijl na zeven maanden het aantal verkrijgbare positieve gistingen met daaruit isoleerbare positieve groei op Endo-platen nog belangrijk verminderd was. Een dergelijk verschijnsel werd ook door Caldwell geconstateerd. Na een aanvanke-lijk indringen der verontreiniging wint de "soil-defence" langzamerhand weer terrein.

Uitdrukkelijk zij hier vermeld dat de verkregen cijfers betrekking hebben op droge grond. Het is n.l. bekend dat wanneer een faecale verontreiniging terecht komt in het grondwater en de omstandigheden daarin gunstig zijn (wat b.v. de pH betreft), deze verontreiniging jarenlang aantoonbaar kan blijven. Inzage werd verkregen van grondwateranalyses, genomen in een vacantiëkamp met een zeer hoog grondwaterpeil, waar de sterke verontreiniging van de bodem tot ongeveer drie jaar geleden plaatsvond. In 8 van de 12 onderzochte watermonsters kon thans nog typische faecale *E. coli* worden aangetoond. Zoals reeds eerder werd gememoreerd beweegt het grondwater zich gemeenlijk slechts met zeer geringe snelheden, zowel horizontaal als vertikaal en hebben wij in de

adsorberende werking, die de zandkorrels zonder twijfel op de binnendringende bacteriën uitoefenen, in de antagonistische krachten, welke in de bodem werken en in de verschillende bacteriële omzettingen der organische verbindingen, een hele serie van invloeden welke gunstig kunnen werken wanneer zich de mogelijkheid daartoe voordoet. De typische eigenschappen van een bepaalde bodem zullen echter bepalen hoever de mineralisatie en het afsterven der bacteriële verontreiniging zal voortschrijden.

Het zou o.i. dan ook niet juist zijn de bovengeschetste gunstige uitkomsten te generaliseren.

CONCLUSION

Research was carried out to get an impression of the purificative capacity of the soil. First of all the circumstances were studied in virgin dune-soil, then in dune regions that were subject to a certain contamination while the last part of the investigations concerns sandy soil, which was rather heavily contaminated.

In virgin dune-soil the sub surface layers down to 2 m below surface no important changes could be detected in the content of nitrous- and ammonium-compounds. The nitric-compounds on the contrary decreased considerably in the upper 100 cm, just the same as the organic matter (oxydiable with acid KMnO_4). Bacterial numbers pro gram of soil decreased also considerably with increasing depth although there was some variation in the absolute numbers of the separate series of samples. At 1 M below surface it was usually not possible to detect lactose-fermenting colonies which were Endo-positive.

In a settlement of sea-gulls nearly the same results were obtained although the nitrate-content turned out to be several times higher as in virgin soil. Nevertheless the nitrogen compounds of the contamination of sea-gull faeces was practically transformed completely into nitrate, while the bacterial content became also normal.

In a touristcamp with pit-privies the concentration of impurities turned out to be much more intense. The mineralisation-products could be detected in greater concentration and at greater distance from the place of deposit.

During the winter-months 75 % of the impurities disappeared from the upper 2 M layer although the spreading in the soil could be detected very clearly. In the dry sandy soil the bacteria were strongly absorbed; 4 months after the camping-season no typical *E.coli* could be detected at 40 cm from the pit-privy. After 7 months the fermentations had still decreased. Caldwell got the same experience; after the first spreading of the bacteria over a certain distance, the "soil defence" forces back the bacteria.

It must be pointed out very positively that the facts were collected from dry soil with low ground-water level as we also know cases in which faecal contaminations, having reached the ground-water, remain there for a very long time, without any important change. *E.coli* could be detected after 2-3 years with all its typical characteristics. Of course the ground-water moves only slowly in horizontal and vertical directions; the bacteria will

be absorbed with a certain intensity to the sandparticles and the antagonistic forces in the soil will be of essential influence on the longevity of the bacteria, but to what extent all these factors will result in the purification of the soil will be determined by the specific characteristics of the soil in question. All of these biological influences may vary and some of them may fail. For this reason we do not consider it right, at least not yet now, to generalise the above mentioned favourable results of the purificative capacity of the soil.

LITERATUUR

- 1) Zie J. Kooymans: Verontreiniging en zelfreiniging van het Amsterdam-Rijnkanaal, Water 31 (1947) 4 en 30 (1946) 236.
- 2) Th. G. N. Dresscher: De invloed van het Amsterdamse rioolwater op het IJsselmeer, vroeger, nu en in de toekomst, Publicatie T.N.O. 1951.
- 3) In "Etude bactériologique et chimique de l'eau des plages de Biarritz", La Technique sanitaire et municipale 46 (1951) 72 beschrijven L. Souchard, P. Andrieu en M. Darmendrail eenzelfde verschijnsel voor zeewater, waarin een oorspronkelijk kiemgetal van 500.000 coli bacteriën per l. binnen 300 m. gereduceerd wordt tot 20. à 25.000. Na 450 m zijn zij praktisch verdwenen, hetgeen de onderzoekers toeschrijven aan de antagonistische krachten welke in het zeewater werkzaam zijn.
- 4) Zie ook: J. K. Baars: Microbiologische omzettingen in rijstvelden, Landbouw XXII (1950) 182 en 347.
- 5) J. H. Quastel en J. P. J. Scholefield: Biochemistry of nitrification in soils, Bact. Rev. 15 (1951) 1.
- 6) "Rapport inzake een onderzoek naar de invloed van de vuilstorting in de Eng te Bussum op de hydrologische gesteldheid der omgeving", uitgebracht door de Directeur van het Rijksbureau Drinkwatervoorziening, Mei 1935.
- 7) In dit verband zij ook gewezen op het uitgebreide onderzoek, verricht door het ITBON (Instituut voor Toegepast Biologisch Onderzoek in de Natuur) over de invloed van de vegetatie op de kwaliteit van het duinwater, Med. no 12 (1952).
- 8) F. W. H. Leeflang: De chemische samenstelling van de neerslag in Nederland, Ch. Wbl. 35 (1938) 658.
- 9) Men zie in dit verband de voordracht van M. Petrik: "Disposal of excreta and sewage from single houses and small communities" in de verslagen van The Second Seminar for European Sanitary Engineers - Rome 12 tot 17 November 1951.
- 10) E. L. Caldwell and L. W. Parr: Groundwater pollution and the bored hole latrine, Jrnl of Inf. Diseases 61 (1937) 148, 264 en 270.
- 11) Over welke geringe afstanden het grondwater zich in deze streek verplaatst, zie men: Rapport nopens een onderzoek naar het gevaar van aantrekking van boezemwater door het pompstation der Waterleiding Bussum, mede in verband met de voorgenomen uitbreiding van het pompstation Laarderhoogt te Laren, uitgebracht door de Directeur van het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening in Augustus 1945.
- 12) Zie ook W. Rudolfs, L. L. Falk en R. A. Ragotzki: Literature review on the occurrence and survival of enteric, pathogenic and related organisms in soil, water, sewage, sludges and on vegetation, Sew. and Ind. Wastes 22 (1950) 1261 en 1417.

- 13) Criteria van de Sub-Committee van de Society for Applied Bacteriology 1949.
- 14) P.J.Beard, J.M.Carlson en R.D.Chambers: The survival of *E.typhosa* in soil, Jrnl Bact. 33 (1937) 74.
- 15) P.J.Beard: The survival of typhoid in nature. J.A.W.W.A. 30 (1938) 124.
- 16) P.J.Beard: Longevity of *E.typhosus* in various soils, Am. Jrnl Publ.Health 30 (1940) 1077.

T A B E L 1

Nitraatgehalte, uitgedrukt in mg N/g grond, van verschillende grondsoorten/Nitrate-content in mg N/g soil of different origin

Monster no	1	2	3	4	5	6	7	9	12	13	14	15
Diepte in dm												
1	0.0012	0.0028	0.0008	0.0012	0.0010	0.0153	0.0099	0.0013	0.0068	0.0035	0.0006	-
2	-	0.0025	0.0006	0.0020	0.0007	0.0116	-	0.0012	0.0047	0.0013	0.0006	-
3	0.0011	0.0011	0.0004	-	0.0012	0.0069	0.0117	0.0008	0.0073	0.0011	0.0004	-
4	0.0011	0.0012	0.0008	0.0007	0.0005	0.0064	-	0.0007	0.0043	0.0004	0.0005	-
5	0.0004	0.0009	0.0009	-	-	0.0029	0.0023	0.0012	0.0031	0.0007	0.0003	0.0023
6	0.0003	0.0004	0.0007	-	-	0.0017	-	0.0011	0.0039	0.0007	0.0002	-
7	0.0002	0.0005	0.0005	0.0002	0.0005	-	0.0012	0.0009	0.0034	0.0002	0.0003	-
8	0.0000	0.0005	0.0004	-	-	0.0019	-	0.0009	0.0037	-	0.0003	-
9	0.0001	0.0008	0.0007	-	-	-	0.0011	0.0008	-	-	-	-
10	0.0004(?)	0.0004	0.0009	0.0003	0.0004	0.0012	-	0.0014(?)	0.0037	0.0001	0.0003	0.0005
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	0.0017	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	0.0005	-	-	-	0.0012	0.0003	0.0003	-
14	-	-	-	0.0002	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	0.0015	-	-	-	-	0.0003
16	-	-	-	-	0.0005	-	-	-	-	-	-	-
17	-	0.0004	-	-	-	-	-	-	0.0020	0.0002	0.0001	-
18	-	-	-	-	-	-	0.0014	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	0.0002	0.0003	-	0.0013	-	0.0015	-	0.0002	0.0002

Toelichting no 1) Begroeide duinpan 2-5-'51.no 5) Vogelenzang 30-5-'51.no 12) Meeuwenkolonie 27-8-'51.
 2) idem 12-5-'51. 6) Meeuwenkolonie 7-6-'51. 13) Eikenbosje 11-9-'51.
 3) Sprank D 22-5-'51. 7) idem 22-6-'51. 14) Dennenbosje 24-9-'51.
 4) Eikenbosje 29-5-'51. 9) Sprank D 12-7-'51. 15) Blanco Franse Kamp.

T A B E L 2

Nitrietgehalte, uitgedrukt in mg N/g grond, van verschillende grondsoorten/Nitrous-content in mg N/g soil of different origin

Monster no	3	4	5	6	7	8	9	11	12	14	15
Diepte in dm											
1	Sp	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	Sp	Sp	Sp	0.0002	-
2	0.0001	0.0002	0.0001	Sp	-	0.0001	Sp	Sp	0.0002	0.0001	-
3	0.0001	-	Sp	Sp	0.0001	0.0001	Sp	Sp	0.0002	Sp	-
4	0.0001	0.0001	Sp	Sp	-	0.0001	Sp	Sp	0.0001	0.0002	-
5	0.0001	-	-	Sp	0.0001	0.0001	Sp	Sp	Sp	Sp	0.0002
6	0.0001	-	-	Sp	-	0.0001	Sp	Sp	Sp	Sp	-
7	0.0001	0.0001	Sp	-	Sp	0.0001	Sp	Sp	Sp	0.0001	-
8	0.0001	-	-	Sp	-	0.0001	Sp	Sp	Sp	0.0001	-
9	0.0001	-	-	-	Sp	0.0001	Sp	-	-	-	-
10	0.0001	0.0001	Sp	Sp	-	Sp	Sp	Sp	Sp	0.0003	0.0001
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	Sp	-	-	-	-	-	-
13	-	-	Sp	-	-	Sp	-	Sp	Sp	Sp	-
14	Sp	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	Sp	Sp	-	-	-	-	0.0001
16	-	-	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-
17	Sp	Sp	-	-	-	-	-	Sp	Sp	Sp	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	0.0001
Toelichting no	3) Sprank D	22-5-'51. no 7)	Meeuwenkolonie	22-6-'51. no 12)	Meeuwenkolonie	27-8-'51.					
4)	Eikenbosje	29-5-'51. 8)	Begroeiide duinpan	5-7-'51. 14)	Dennenbosje	24-9-'51.					
5)	Vogelenzang	30-5-'51. 9)	Sprank D	12-7-'51. 15)	Blanco Franse Kamp.						
6)	Meeuwenkolonie	7-6-'51. 11)	Vogelenzang	30-7-'51.							

T A B E L 3

Ammoniakgehalte uitgedrukt in mg N/g grond van verschillende grondsoorten
Ammonium-content in mg N/g soil of different origin

Monster no	1	2	9	10	11	12	13	14	15
Diepte in dm									
1	0.0150	0.0288	0.0078	0.0130	0.0049	0.0420(?)	0.0150	0.0038	-
2	0.0154	0.0400	0.0060	0.0068	0.0011	0.0050	0.0107	0.0014	-
3	0.0205	0.0213	0.0058	0.0038	0.0017	0.0056	0.0060	0.0007	-
4	0.0176	0.0268	-	0.0033	0.0029	0.0069	0.0077	0.0001	-
5	0.0170	0.0203	0.0065	0.0023	0.0015	0.0055	0.0045	0.0015	0.0068
6	0.0176	0.0373	0.0050	0.0020	0.0023	0.0027	0.0058	-	-
7	0.0160	0.0500	0.0065	0.0013	0.0021	0.0024	0.0058	-	-
8	0.0230	0.0240	0.0040	0.0005	0.0038	0.0018	0.0050	-	-
9		0.0260	0.0065	0.0005	-	-	-	-	-
10		0.0248	0.0040	-	0.0039	0.0016	0.0040	0.0009	0.0060
11					-	-	-	-	-
12					-	-	-	-	-
13					0.0030	0.0011	0.0038	0.0016	-
14					-	-	-	-	-
15					-	-	-	-	0.0040
16					-	-	-	-	-
17					0.0062	0.0011	0.0029	-	-
18					-	-	-	-	-
19					-	-	-	-	-
20					0.0062	0.0017	0.0026	-	0.0046
Toelichting no	1) Begroeide duinpan	2-5-'51. no 11)	Vogelenzang	30-7-'51. no 15)	Blanco Franse Kamp.				
2)	idem	12-5-'51.	12) Meeuwenkolonie	27-8-'51.					
9)	Sprank D	12-7-'51.	13) Eikenbosje	11-9-'51.					
10)	Begroeide duinpan	21-7-'51.	14) Dennenbosje	24-9-'51.					

T A B E L 4

Oxydeerbaarheid met KMnO_4 in cc 0.01 n/g grond van verschillende grondsoorten
Organic matter (KMnO_4 -oxidisable) in cc 0.01 n/g soil of different origin

Monster no	8	9	10	11	12	13	14	15
Diepte in dm								
1	43.75	11.72	28.81	16.2	7.65	35.1	16.2	-
2	29.99	7.96	23.2	6.2	7.0	18.7	10.8	-
3	10.99	6.67	7.95	3.7	6.0	14.85	9.9	-
4	7.74	3.77	3.44	2.5	3.0	6.5	8.8	-
5	7.44	3.24	-	2.8	1.55	6.45	9.2	40.7
6	6.98	2.58	2.60	2.2	1.90	5.45	8.1	-
7	5.26	2.26	-	2.2	1.80	3.65	9.2	-
8	5.69	2.15	1.40	2.1	1.35	2.95	9.2	-
9	4.60	-	-	-	-	-	-	-
10	4.19	1.83	0.97	2.1	1.05	4.15(?)	7.4	8.5
11	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-
13	2.89	-	-	1.9	1.05	2.20	8.6	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-
15	2.36	-	-	-	-	-	-	4.8
16	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	1.9	0.95	1.50	8.1	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-
20	2.14	-	-	1.6	0.90	1.20	6.4	4.2
Toelichting no	8) Duinpan	2-7-'51. no 12)	Meeuwenkolonie	27-8-'51.				
9) Sprank D	12-7-'51.	13) Eikenbosje	11-9-'51.					
10) Duinpan	21-7-'51.	14) Dennenbosje	24-9-'51.					
11) Vogelenzang	30-7-'51.	15) Blanco Franse Kamp						

T A B E L 8

Bodemonderzoek Franse Kamp (Hilversum) October 1951/ Soil-analysis "Franse Kamp" (Hilversum) October 1951.

C ₁	C ₂	B	A	Put	AA	BB	Blanco I	Blanco II
	40 cm	40 cm	40 cm	40 cm	40 cm			
I Org.stof 37.2 NH ₃ 0.0084 NO ₂ 0.0001 NO ₃ 0.0019 Cl 0.032	Org.stof 45.5 NH ₃ 0.084 NO ₂ spoor NO ₃ 0.0011 Cl 0.013	Org.stof 35.5 NH ₃ 0.0690 NO ₂ 0.0005 NO ₃ 0.0013 Cl 0.024	Org.stof 24.7 NH ₃ 0.1180 NO ₂ 0.0138 NO ₃ 0.0048 Cl 0.205	100	Org.stof 19.4 NH ₃ 0.2460 NO ₂ 0.0640 NO ₃ 0.0115 Cl 0.403	Org.stof 36.0 NH ₃ 0.0130 NO ₂ 0.0028 NO ₃ 0.0026 Cl 0.040	Org.stof 36.9 NH ₃ 0.0001 NO ₂ 0.0002 NO ₃ 0.0026 Cl 0.019	Org.stof 44.5 NH ₃ 0.0068 NO ₂ 0.0002 NO ₃ 0.0020 Cl 0.008
II Org.stof 7.7 NH ₃ 0.0078 NO ₂ 0.0001 NO ₃ 0.0002 Cl 0.036	Org.stof 7.2 NH ₃ 0.0326 NO ₂ spoor NO ₃ 0.0004 Cl 0.068	Org.stof 10.5 NH ₃ 0.1510 NO ₂ 0.0005 NO ₃ 0.0013 Cl 0.237	Org.stof 6.7 NH ₃ 0.1910 NO ₂ 0.1250 NO ₃ 0.0025 Cl 0.160		Org.stof 11.4 NH ₃ 0.2660 NO ₂ 0.1420 NO ₃ 0.0047 Cl 0.350	Org.stof 8.3 NH ₃ 0.0650 NO ₂ 0.0138 NO ₃ 0.0313 Cl 0.106	Org.stof 8.0 NH ₃ 0.0086 NO ₂ 0.0001 NO ₃ 0.0004 Cl 0.010	Org.stof 8.1 NH ₃ 0.0034 NO ₂ 0.0001 NO ₃ 0.0006 Cl 0.009
III Org.stof 5.2 NH ₃ 0.1070 NO ₂ 0.0006 NO ₃ 0.0011 Cl 0.098	Org.stof 5.8 NH ₃ 0.1140 NO ₂ 0.0015 NO ₃ 0.0009 Cl 0.125	Org.stof 5.4 NH ₃ 0.1510 NO ₂ 0.0020 NO ₃ 0.0011 Cl 0.206	Org.stof 4.7 NH ₃ 0.1410 NO ₂ 0.0020 NO ₃ 0.0009 Cl 0.147	Org.stof 7.1 NH ₃ 0.1680 NO ₂ 0.0470 NO ₃ 0.0074 Cl 0.188	Org.stof 5.8 NH ₃ 0.1230 NO ₂ 0.0810 NO ₃ 0.0016 Cl 0.185	Org.stof 4.7 NH ₃ 0.0650 NO ₂ 0.0154 NO ₃ 0.0077 Cl 0.091	Org.stof 4.5 NH ₃ 0.0042 NO ₂ 0.0001 NO ₃ 0.0005 Cl 0.006	Org.stof 5.2 NH ₃ 0.0037 NO ₂ 0.0001 NO ₃ 0.0001 Cl 0.006
IV Org.stof 4.6 NH ₃ 0.0810 NO ₂ 0.0005 NO ₃ 0.0016 Cl 0.076	Org.stof 6.2 NH ₃ 0.0690 NO ₂ 0.0001 NO ₃ 0.0134 Cl 0.087	Org.stof 4.2 NH ₃ 0.2100 NO ₂ 0.0036 NO ₃ 0.0015 Cl 0.124	Org.stof 5.4 NH ₃ 0.1370 NO ₂ 0.0064 NO ₃ 0.0169 Cl 0.126	Org.stof 5.3 NH ₃ 0.0650 NO ₂ 0.0096 NO ₃ 0.0426 Cl 0.074	Org.stof 5.4 NH ₃ 0.1320 NO ₂ 0.0024 NO ₃ 0.0020 Cl 0.193	Org.stof 5.0 NH ₃ 0.1520 NO ₂ 0.0078 NO ₃ 0.0550 Cl 0.210	Org.stof 4.7 NH ₃ 0.0061 NO ₂ 0.0001 NO ₃ 0.0001 Cl 0.004	Org.stof 3.7 NH ₃ 0.0031 NO ₂ 0.0001 NO ₃ 0.0002 Cl 0.005

Toelichting: Organische stof is genoteerd in cc 1/100n per gram grond, de waarden van NH₃, NO₂ en NO₃ zijn genoteerd in mg N per gram grond, het chloridegehalte is eveneens in mg Cl' per gram grond aangegeven. De monsters van serie I zijn genomen op 50 cm beneden maaiveld, serie II op - 100 cm, serie III op - 150 cm en serie IV op - 200 cm, allen nog boven de grondwaterspiegel. De series A, B, C en AA, BB zijn loodrecht op elkaar genomen. Monster C₂ is een duplicaat van monster C₁. De blanco's I en II zijn genomen op minstens 20 m van bewoonde percelen. / Organic matter is noted in cc 0.01 n/g soil; NO₂, NO₃ and NH₃ are noted in mg N/g soil; chloride-content is noted in mg Cl'/g soil. The samples of row No I are taken at 50 cm below surface, row II at - 100 cm, row III at - 150 cm, row IV at - 200 cm, all still above ground-water level. The series A, B, C and AA, BB are taken rectangular to each other. The blancs I and II were taken at least 20 m from privies.

T A B E L 9.

Bodemonderzoek Franse Kamp (Hilversum) Januari 1952./Soil-analysis "Franse Kamp" (Hilversum) January 1952.

Blanco - E		C		B		A		Put		AA		BB		CC		Blanco III	
← 200		← 40		← 40		← 40		← 40		← 30		← 40		← 40			
I.	NH ₃	0.0130	NH ₃	0.0064	NH ₃	0.0088	NH ₃	0.0684	100	NH ₃	0.0224	NH ₃	0.0152	NH ₃	0.0124	NH ₃	0.0124
	NO ₂	n.b.	NO ₂	0.0002	NO ₂	0.0116	NO ₂	0.0002		NO ₂	0.0172	NO ₂	0.0104	NO ₂	0.0100	NO ₂	n.b.
	NO ₃	0.0012	NO ₃	0.0006	NO ₃	0.0006	NO ₃	0.0006		NO ₃	0.012	NO ₃	0.010	NO ₃	0.012	NO ₃	0.0014
	Cl	0.010	Cl	0.008	Cl	0.012	Cl	0.048		Cl	0.012	Cl	0.010	Cl	0.012	Cl	0.012
II.	NH ₃	0.0062	NH ₃	0.1020	NH ₃	0.1240	NH ₃	0.0281		NH ₃	0.0730	NH ₃	0.0120	NH ₃	0.0116	NH ₃	0.0104
	NO ₂	n.b.	NO ₂	0.0236	NO ₂	0.0424	NO ₂	0.0001		NO ₂	0.0324	NO ₂	0.0144	NO ₂	0.0030	NO ₂	n.b.
	NO ₃	0.0004	NO ₃	n.b.	NO ₃	n.b.	NO ₃	0.0002		NO ₃	0.024	NO ₃	0.024	NO ₃	0.014	NO ₃	0.0015
	Cl	0.010	Cl	n.b.	Cl	n.b.	Cl	0.024		Cl	0.024	Cl	0.024	Cl	0.014	Cl	0.012
III.	NH ₃	0.0078	NH ₃	0.1270	NH ₃	0.0920	NH ₃	0.0768		NH ₃	0.0920	NH ₃	0.0552	NH ₃	0.0076	NH ₃	0.0064
	NO ₂	n.b.	NO ₂	0.0252	NO ₂	0.0196	NO ₂	0.0002		NO ₂	0.0264	NO ₂	0.0348	NO ₂	0.0070	NO ₂	n.b.
	NO ₃	0.0012	NO ₃	n.b.	NO ₃	n.b.	NO ₃	0.0106		NO ₃	0.079	NO ₃	0.051	NO ₃	0.020	NO ₃	0.0007
	Cl	0.012	Cl	n.b.	Cl	n.b.	Cl	0.064		Cl	0.079	Cl	0.051	Cl	0.020	Cl	0.006
IV.	NH ₃	0.0082	NH ₃	0.0850	NH ₃	0.1430	NH ₃	0.0744		NH ₃	0.0920	NH ₃	0.0950	NH ₃	0.0330	NH ₃	0.0040
	NO ₂	n.b.	NO ₂	0.0460	NO ₂	0.0620	NO ₂	0.0003		NO ₂	0.0410	NO ₂	0.0480	NO ₂	0.0700	NO ₂	n.b.
	NO ₃	0.0002	NO ₃	n.b.	NO ₃	n.b.	NO ₃	0.0797		NO ₃	0.052	NO ₃	0.044	NO ₃	0.042	NO ₃	0.0009
	Cl	0.033	Cl	n.b.	Cl	n.b.	Cl	0.080		Cl	0.052	Cl	0.044	Cl	0.042	Cl	0.006

Toelichting: Voor de wijze van noteren zie tabel 8. De monsters I, II, III, en IV werden genomen op respectievelijk 50 cm, 100 cm, 150 cm en 200 cm beneden maaiveld/ The notations are the same as in table 8. The samples of row I, II, III and IV were taken at 50 cm, 100 cm, 150 cm and 200 cm below surface, A-B-C and AA-BB rectangular to each other.

T A B E L 10

Bodemonderzoek Franse Kamp (Hilversum) Maart 1952./Soil-analysis "Franse Kamp" (Hilversum) March 1952.

Put											
C			B			A			Aa		
40			40			40			40		
NH ₃			NH ₃			NH ₃			NH ₃		
0.0034			0.0058			0.0244			0.0180		
NO ₂			NO ₂			NO ₂			NO ₂		
0.0001			0.0001			0.0001			0.0002		
NO ₃			NO ₃			NO ₃			NO ₃		
0.0004			0.0015			0.0032			0.0052		
Cl			Cl			Cl			Cl		
0.004			0.012			0.074			0.016		
Ph			Ph			Ph			Ph		
5.7			6.7			5.5			5.7		
NH ₃			NH ₃			NH ₃			NH ₃		
0.0066			0.0160			0.0780			0.0108		
NO ₂			NO ₂			NO ₂			NO ₂		
0.0001			0.0002			0.0001			0.0002		
NO ₃			NO ₃			NO ₃			NO ₃		
0.0009			0.0090			0.0088			0.0128		
Cl			Cl			Cl			Cl		
0.008			0.040			0.056			0.012		
Ph			Ph			Ph			Ph		
5.8			7.1			7.9			5.0		
NH ₃			NH ₃			NH ₃			NH ₃		
0.0140			0.0556			0.0705			0.0545		
NO ₂			NO ₂			NO ₂			NO ₂		
0.0026			0.0011			0.0002			0.0004		
NO ₃			NO ₃			NO ₃			NO ₃		
0.0198			0.0126			0.0164			0.0216		
Cl			Cl			Cl			Cl		
0.040			0.038			0.048			0.060		
Ph			Ph			Ph			Ph		
6.7			8.7			8.3			7.4		
NH ₃			NH ₃			NH ₃			NH ₃		
0.0220			0.0208			0.0720			0.0220		
NO ₂			NO ₂			NO ₂			NO ₂		
0.0001			0.0001			0.0019			0.0001		
NO ₃			NO ₃			NO ₃			NO ₃		
0.0190			0.0286			0.0254			0.0084		
Cl			Cl			Cl			Cl		
0.048			0.048			0.040			0.042		
Ph			Ph			Ph			Ph		
8.9			5.8			8.6			5.8		
NH ₃			NH ₃			NH ₃			NH ₃		
0.0390			0.0096			0.0194			0.0252		
NO ₂			NO ₂			NO ₂			NO ₂		
0.0001			0.0001			0.0001			0.0001		
NO ₃			NO ₃			NO ₃			NO ₃		
0.0230			0.0083			0.0050			0.0120		
Cl			Cl			Cl			Cl		
0.044			0.040			0.028			0.038		
Ph			Ph			Ph			Ph		
6.2			8.3			5.9			6.7		
NH ₃			NH ₃			NH ₃			NH ₃		
0.0194			0.0034			0.0060			0.0084		
NO ₂			NO ₂			NO ₂			NO ₂		
0.0001			0.0001			0.0001			0.0002		
NO ₃			NO ₃			NO ₃			NO ₃		
0.0096			0.0042			0.0061			0.0019		
Cl			Cl			Cl			Cl		
0.040			0.028			0.040			0.012		
Ph			Ph			Ph			Ph		
5.4			4.8			4.6			6.2		

Toelichting: Voor de wijze van noteren zie Tabel 8; de monsters I t/m VI genomen op 50 t/m 300 cm beneden maaiveld in 2 series, loodrecht op elkaar./The notations are the same as in table 8.

T A B E L 11.

Het mineralisatieproces in de bodem/Mineralisation in the soil.

E	C	B	A	AA	BB	CC	September - October 1951	50 50 50 50
	x	xxxxx xx	xxxxx xxxxx xxxx	xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xx	xx			
	xx	xxxxx xxxxx xxxxx	xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xx	xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xx	xxxxx xxxxx x			
	xxxxx xxxxx x	xxxxx xxxxx xxxxx	xxxxx xxxxx xxxxx	xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xx	xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx x	xxxxx xxxxx		
	xxxxx xxx	xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xx	xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx x	xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xx	xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx x	xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx x		
per 12 gr. 1.5777 mg							1.5276 mg per 8 gr.	
xx	x	xx	xxxxx xx	xxxxx	xxx	xx	Januari 1952	200
x	xxxxx xxxxx xxx	xxxxx xxxxx xxxxx	xxx	xxxxx xxxxx	xxx	x		
x	xxxxx xxxxx xxxxx	xxxxx xxxxx x	xxxxx xxxxx	xxxxx xxxxx xx	xxxxx xxxxx	x		
x	xxxxx xxxxx xxx	xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx	xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx	xxxxx xxxxx xxxxx xxx	xxxxx xxxxx xxxxx xxx	xxxxx xxxxx		
per 12 gr. 1.240 mg							0.6714 mg per 8 gr.	
	-	x	xxx	xx	x		Maart 1952	200
	x	xxx	xxxxx xxx	x	x			
	xxxxx	xxxxx xx	xxxxx xxxxx	xxxxx xxx	x			
	xxxxx	xxxxx	xxxxx xxxxx	xxxxx xxxxx	xxxxx			
per 12 gr. 0.5414 mg							0.2126 mg per 8 gr.	
			xxxxx x xxx	xx x x				300

Toelichting: Ieder x geeft aan 0,01 mg N per gram grond/Bach x indicates 0,01 mg N/g soil.

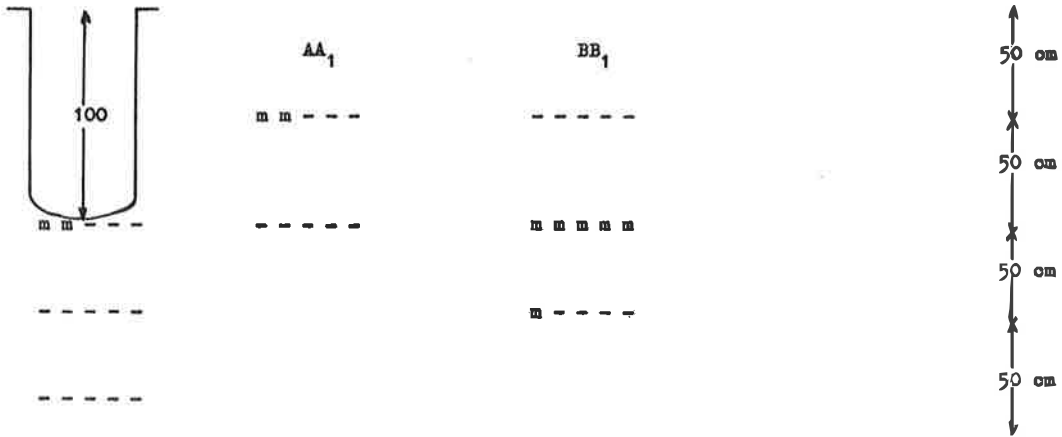
TE.

T A B E L 17.

Kiemgetallen en gistingcijfers per gram grond tot op een diepte van -3 m in een forensenkamp/Bacteriological data per gram soil, down to 3 m below surface in a summer-camp.

Monsters (samples)	C ₁	B ₁	A ₁	put	AA ₁	BB ₁	Blanco	
1 = -50 cm								50 cm
Kiemgetal (bacterial number)	5400	262.000	79.000		431.000	56.000	6840	X
gisting (fermentation)			-----		+++++	+++++		50 cm
2 = -100 cm								X
Kiemgetal	900	4.200	8.100	57.500	2.100	91.500	450	X
gisting			-----	1 gr. +++++ 0,1 gr. +++--	-----	+++++		50 cm
3 = -150 cm								X
Kiemgetal	100	300	300	690	2.120	650	<100	X
gisting			-----	+-----	-----	+-----		50 cm
4 = -200 cm								X
Kiemgetal	200	<100	700	1.090	<100	<100	<100	X
gisting			-----	-----	-----	-----		50 cm
5 = -250 cm								X
Kiemgetal			115	<100	120			X
gisting				-----				50 cm
6 = -300 cm								X
Kiemgetal			<100	<100	<100			X
gisting				-----				

De gistende buizen met 1 gram grond leverden, uitgestreken op Endo-platen het volgende beeld op, waarbij m betekent groei met metaalglaans.
Plating on Endo-medium gave the following results; m means positive colour.



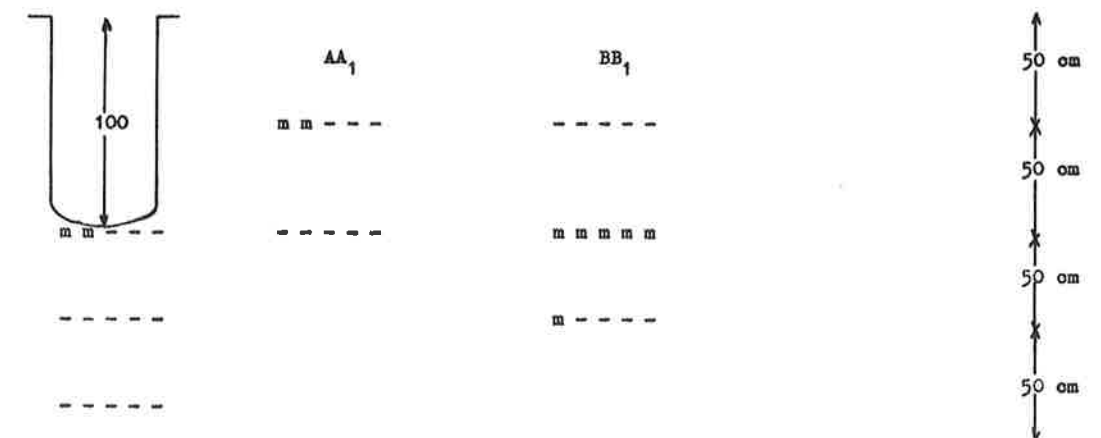
TE.

T A B E L 17.

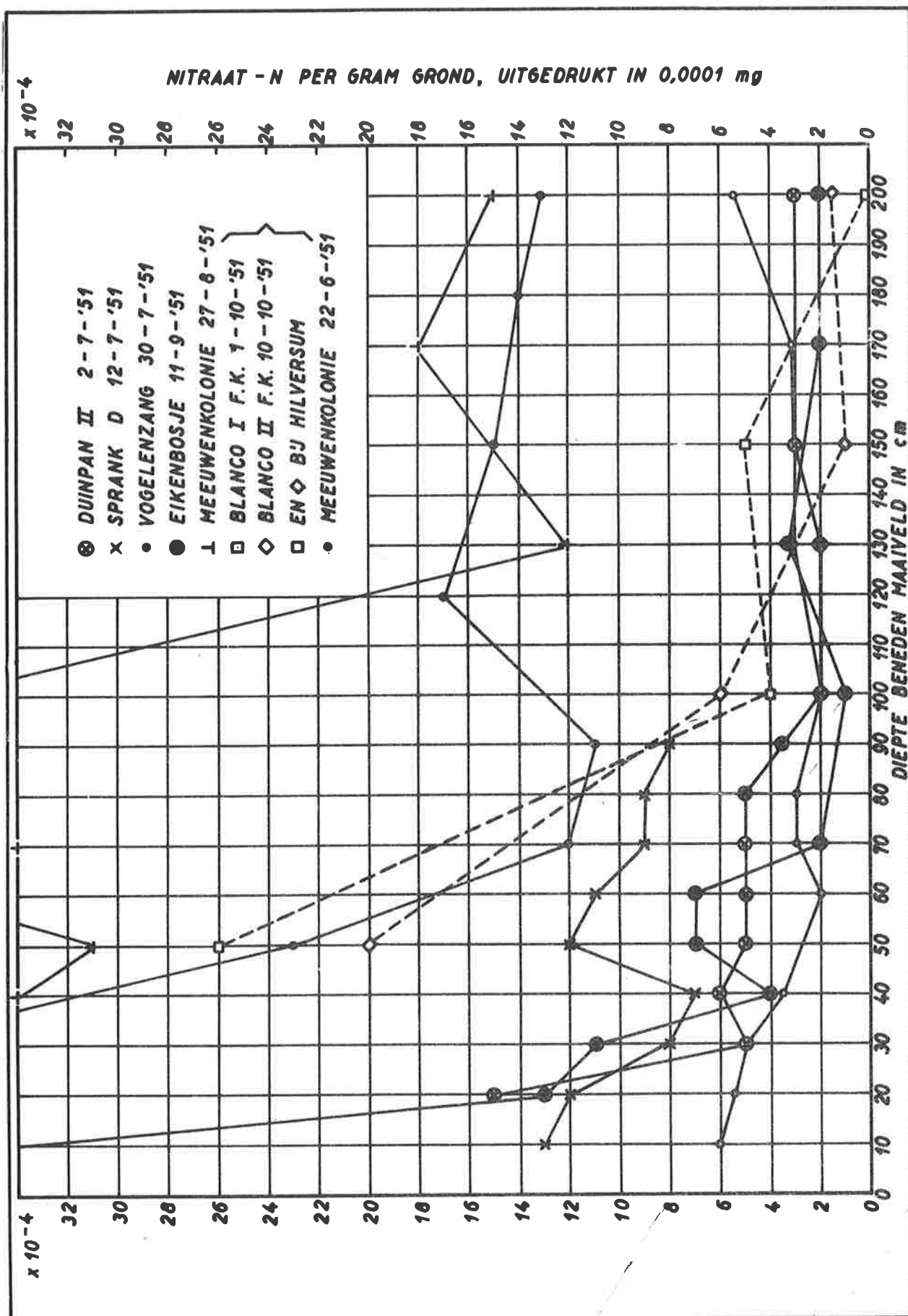
Kiemgetallen en gistingcijfers per gram grond tot op een diepte van -3 m in een forensenkamp/Bacteriological data per gram soil, down to 3 m below surface in a summer-camp.

Monsters (samples)	C ₁	B ₁	A ₁	put	AA ₁	BB ₁	Blanco	
1 = -50 cm								50 cm
Kiemgetal (bacterial number)	5400	262.000	79.000		431.000	56.000	6840	X
gisting (fermentation)			-----		+++++	+++++		50 cm
2 = -100 cm								X
Kiemgetal	900	4.200	8.100	57.500	2.100	91.500	430	50 cm
gisting			-----	1 gr. +++++ 0,1 gr. +++--	-----	+++++		50 cm
3 = -150 cm								X
Kiemgetal	100	300	300	690	2.120	650	<100	50 cm
gisting			-----	+-----	-----	+-----		X
4 = -200 cm								50 cm
Kiemgetal	200	<100	700	1.090	<100	<100	<100	X
gisting			-----	-----	-----	-----		50 cm
5 = -250 cm								X
Kiemgetal			115	<100	120			50 cm
gisting			-----	-----	-----			X
6 = -300 cm								50 cm
Kiemgetal			<100	<100	<100			X
gisting			-----	-----	-----			

De gistende buizen met 1 gram grond leverden, uitgestreken op Endo-platen het volgende beeld op, waarbij m betekent groei met metaalglans.
Plating on Endo-medium gave the following results; m means positive colour.



TE.



**FIG. 1 NITRAATGEHALTE UITGEDRUKT IN
mg N PER GRAM GROND VAN
VERSCHILLENDE GRONDSOORTEN (ZIE TABEL 1)**

**AFD. GEZONDHEIDSTECHNIEK T.N.O.
RAPPORT N° 16
AUGUSTUS 1952.**

ORGANISCHE STOF PER GRAM GROND, UITGEDRUKT IN ml 0,01 n KMnO_4

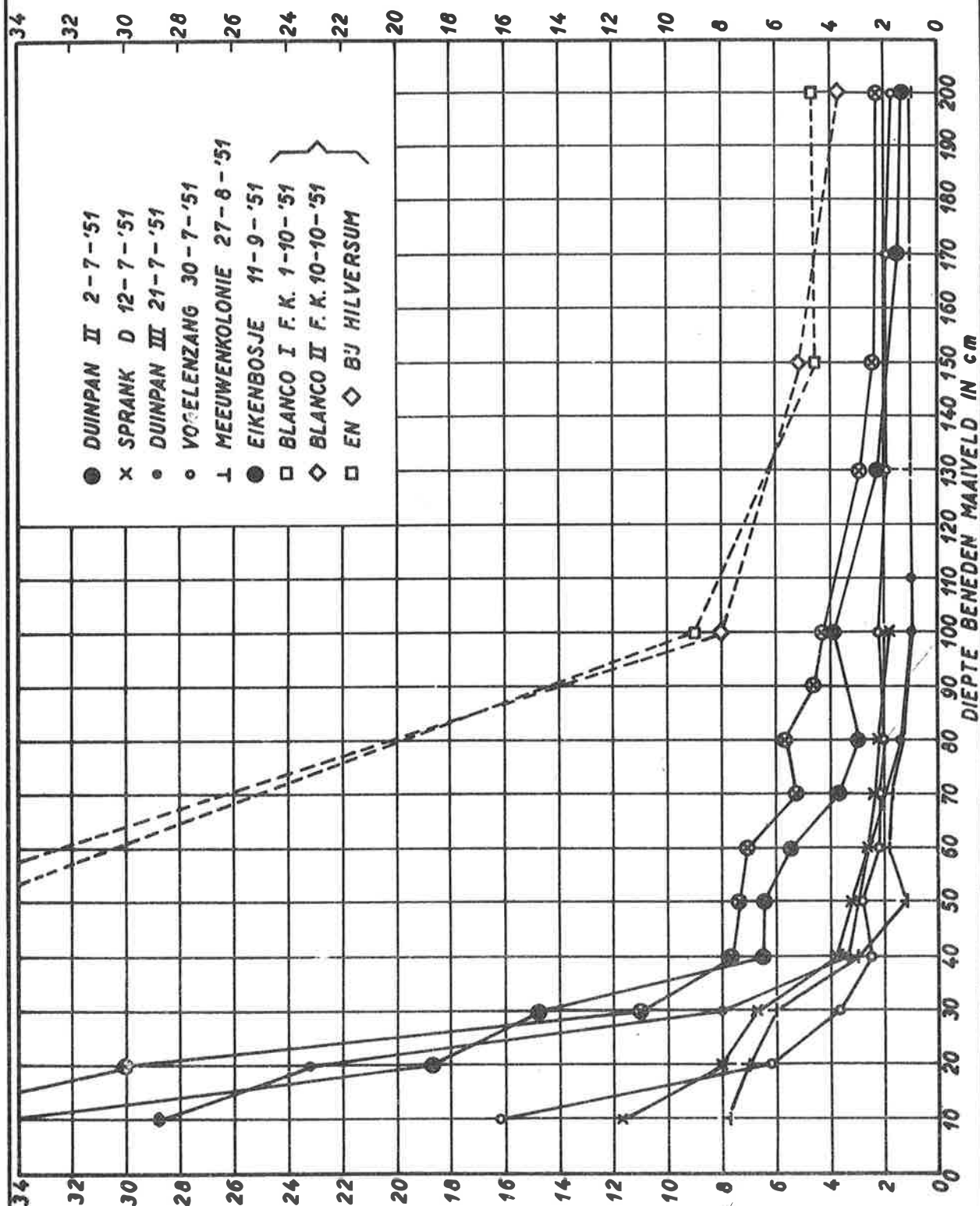


FIG. 2 OXYDEERBAARHEID MET KMnO_4 IN cc 0,01 n PER GRAM GROND VAN VERSCHILLENDE GRONDSOORTEN (ZIE TABEL 4)

AFD. GEZONDHEIDSTECHNIEK T.N.O.
RAPPORT N° 16
AUGUSTUS 1952