



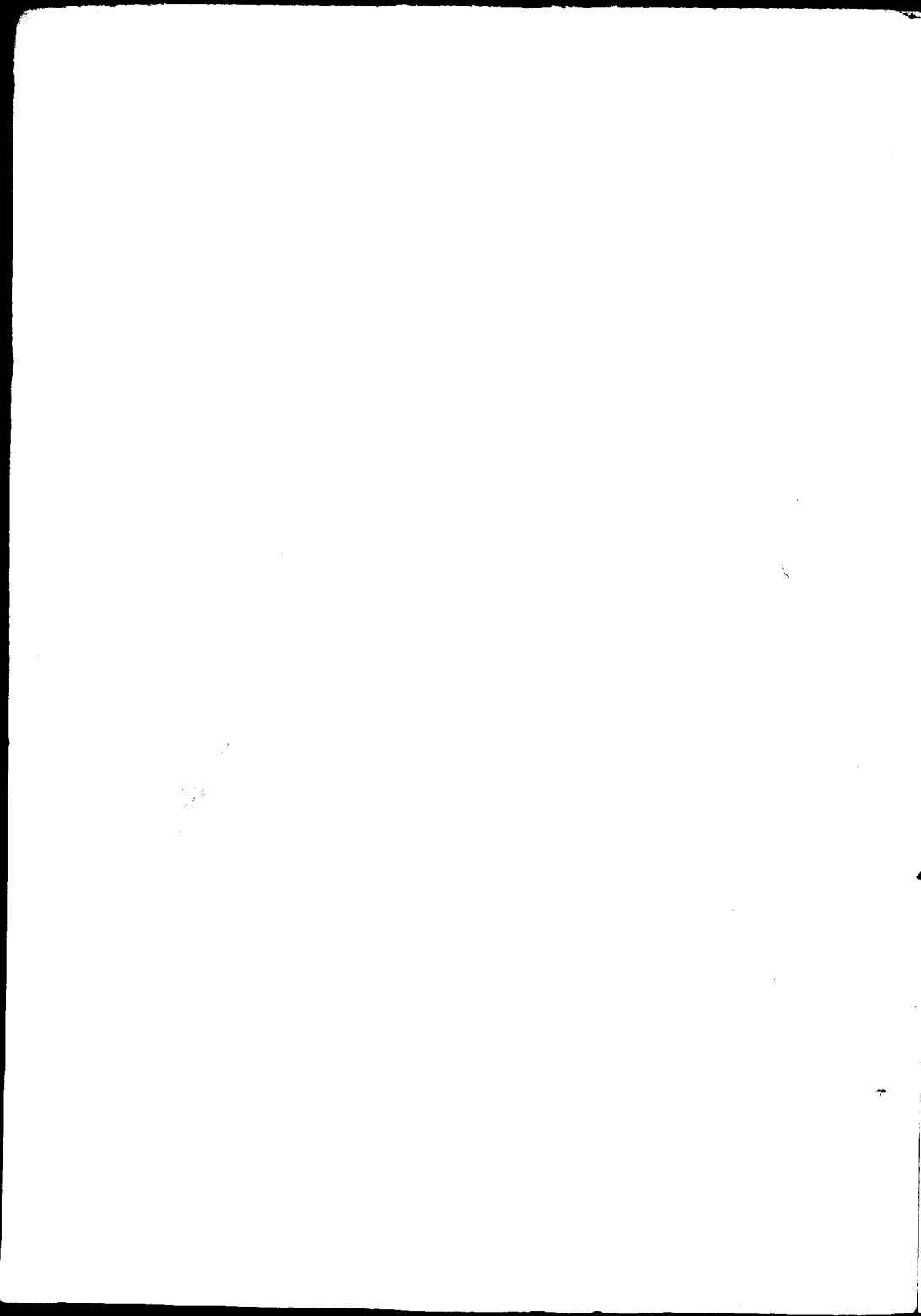
Over

den invloed der capillariteit op het
transport van lagere organismen.



D. W. VAN LEEUWEN.

PROEFSCHRIFT.



Over den invloed der
capillariteit op het transport van lagere organismen.

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD

VAN

Doctor in de Geneeskunde

AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT

NA MACHTIGING VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS

Mr. J. Baron d'Aulnis de Bourouill,

Hoogleeraar in de Faculteit der Rechtsgeleerdheid,

MET TOESTEMMING VAN DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT

TEGEN DE BEDENKINGEN VAN

DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE

TE VERDEDIGEN

op DONDERDAG 11 JULI 1889, des namiddags te 3½ ure,

DOOR

DIRK WILLEM VAN LEEUWEN,

geboren te Alkmaar.



UTRECHT,

J. NIKERK, Drukker en Uitgever.

1889.



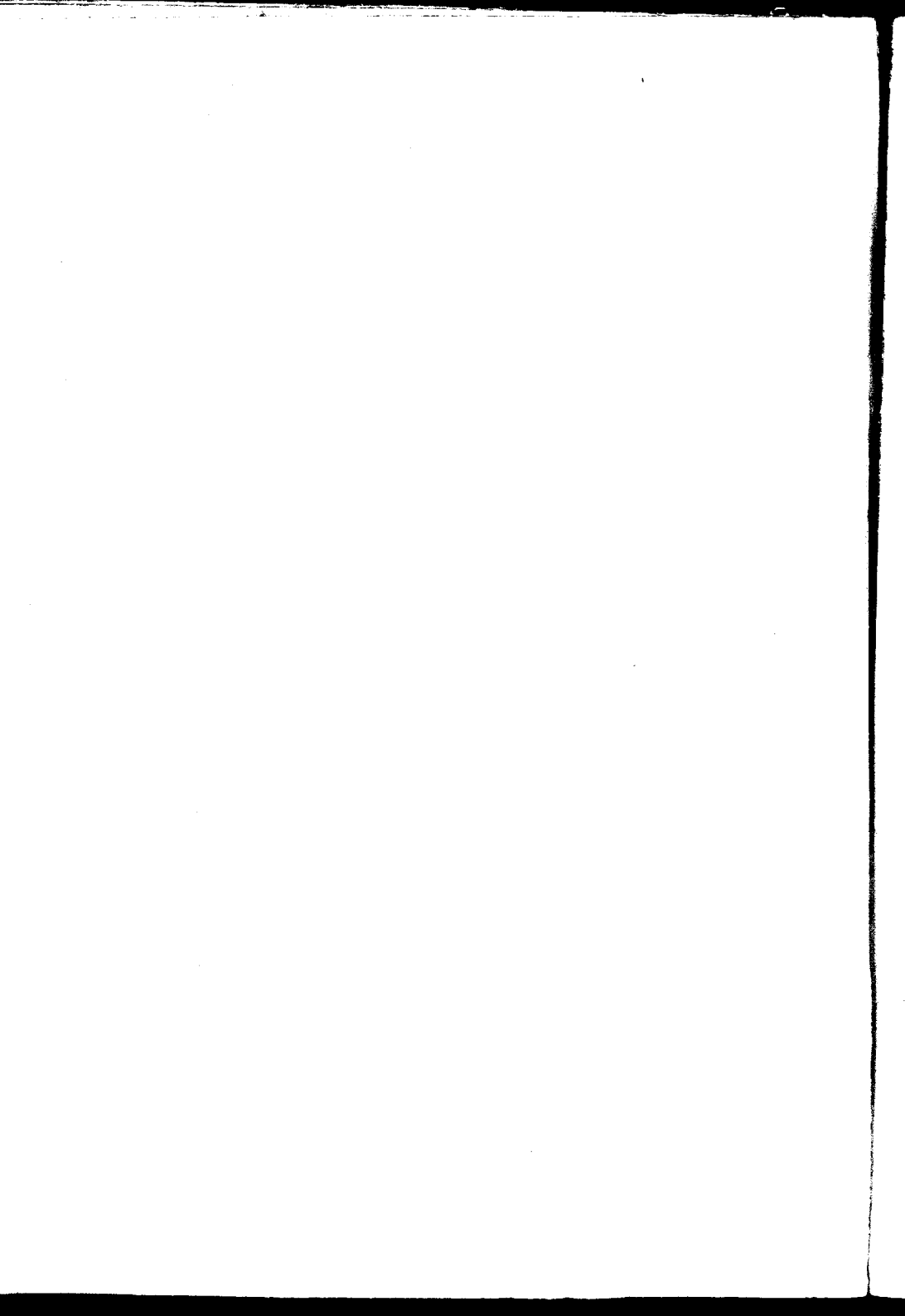
AAN MIJNE MOEDER.



Bij het voltooien van mijn proefschrift is het mij eene aangename taak om U, Hooggeleerde Heeren Professoren en Zeergeleerde Heeren Lectoren, te danken voor het onderwijs, dat ik van U heb mogen genieten.

Ontvang Gij vooral, Hooggeleerde VAN OVERBEEK DE MEIJER, hooggeachte Promotor, mijn hartelijken dank voor den raad en de hulp mij bij het samenstellen van dit proefschrift zoo welwillend verleend.

U, waarde Heer VRIJHEID, betuig ik hier nogmaals mijne erkentelijkheid voor de vele moeite, die Gij U bij de verschillende proefnemingen hebt getroost.



INLEIDING.

De voor de algemeene gezondheid en in het bijzonder voor de epidemiologie zoo belangrijke vraag, of microorganismen, resp. hunne kiemen, van uit diepere lagen van den bodem naar de oppervlakte en van hier in aanraking met den mensch zouden kunnen komen, heeft reeds vóór eenigen tijd de aandacht van zeer vele onderzoekers bezig gehouden.

Voor al Soyka stond daarbij vooraan, toegerust met de uitgebreide kennis, die hij in de school van von Pettenkofer had verzameld en die hij met zijne groote talenten uitnemend wist toe te passen. In verschillende richtingen heeft hij dan ook getracht het zoo ingewikkelde en daarom zoo moeilijke vraagstuk op te lossen en in 1885 heeft hij eene reeks van proeven genomen, die een geheel nieuw licht over het onderwerp verspreidden en eene schijnbaar zeer bevredigende verklaring van eenige der door hem vastgestelde feiten gaven.

Maar de kritiek heeft zich niet laten wachten en

zoowel de feiten als de verklaring werden levendig bestreden.

August Pfeiffer te Wiesbaden maakte weldra bekend, dat hij Soyka's proeven had gecontrôleerd en geheel andere uitkomsten had verkregen.

Soyka bleef het antwoord niet schuldig. Pfeiffer hield niettemin zijne meening staande. Ook anderen mengden zich in den strijd; maar de zaak bleef onbeslist.

Het scheen mij daarom wel de moeite waard eene poging te wagen om door eigen onderzoek vast te stellen, of en in hoeverre de capillaire stroomen in den bodem in staat zijn microorganismen naar de oppervlakte te voeren.

De uitkomsten van dat onderzoek wensch ik in dit proefschrift mede te deelen.

Het zij mij echter vergund vooraf kortelijk uiteen te zetten, wat vooral door de onderzoekingen van von Pettenkofer en zijne school bekend is over de capillaire beweging van het water in den bodem, daarna de proeven van Soyka en Pfeiffer te refereeren en eindelijk mijn onderzoek te beschrijven.

Capillaire leiding van het water in den bodem.

Zoowel in horizontale als in verticale richting heeft er in den bodem eene beweging van vloeistof plaats.

Deze beweging van het water is van grooten invloed op het vervoer van opgeloste en onoplosbare stoffen.

Zal deze beweging echter plaats vinden, dan moet de grondsoort geen beletsel opleveren en het watergehalte voldoende wezen. Het watergehalte kan des te grooter zijn, naarmate de grond meer organische bestanddeelen bevat. Zulk een bodem heeft op dezelfde diepte gewoonlijk een grooter watergehalte (15.8—32.2 gewichtsprocent) dan een zuivere bodem (1.8—12.5 gewichtsprocent).

Tijdelijke en plaatselijke omstandigheden spelen hierbij een groote rol. Zuiver zand bijv., hetwelk op 2 December op eene diepte van 3.25—3.5 M. een watergehalte van 3.8 gewichtsprocent had, bezat op 19 December, op een tijdstip van grootste vochtigheid, een watergehalte van 9.1 gewichtsprocent. ¹⁾

Liebenberg ²⁾ heeft een groot aantal grondsoorten

¹⁾ Hofmann. Grundwasser und Bodenfeuchtigkeit. Archiv f. Hygiene I.

²⁾ Liebenberg. Ueber d. Verhalten des Wassers im Boden. Inaug. Diss. Halle 1873.

onderzocht, wat betreft hun vermogen om water in verticale richting op te voeren.

Bij dit transport in verticale richting heeft men te letten op twee omstandigheden nl.:

1°. op de *hoogte*, welke het water in een *onbepaald* tijdsverloop bereiken kan, totdat het niet meer stijgt;

2°. op de *snelheid*, waarmede het water in een *bepaalden* tijd eene zekere hoogte bereikt heeft.

Deze twee eigenschappen behoeven niet samen te gaan, want Meister vond de grootste *capillaire* opstijging bij kleigrond, dan bij zand en eindelijk bij gips en krijt; terwijl de grootste *snelheid* van opstijging werd waargenomen bij zandgrond, dan bij klei, turf en krijt.

Turf kan met de overige grondsoorten niet worden vergeleken, aangezien door het opnemen van water de bestanddeelen te veel opzwellen en de capillaire ruimten daartusschen, op wier vorm het juist aankomt, te veel veranderen, nl. nauwer worden. Turf zou de capillaire leiding zelfs bemoeilijken (Klenze).

De hoogte en de snelheid van opstijging zijn in hooge mate afhankelijk van de korrelgrootte der gebruikte grondsoorten; terwijl de aard der grondsoorten afgezien van turf en andere, die vele organische bestanddeelen bevatten van minder belang is.

Men vergelijke hiervoor slechts de volgende tabel door Soyka samengesteld uit de proeven van Klenze en Edler:

Proef van Klenze:

Zandgrond.

Korrelgrootte (diameter in mM.)	< 6,75	< 4	< 2,5	< 0,74	< 0,3
Opstijging van het water in cM. op den 1 ^e dag . . .	1,0	2,0	4,0	12,6	33,2
en op het einde der proef (5 ^e dag).	2,0	3,5	4,9	16,0	38,2

Proef van Edler:

Diluviaallem

Korrelgrootte (diameter in mM.) . .	1,0-0,5	0,5-0,25	0,1-0,05	0,01.
Opstijging van het water in cM. op den 1 ^e dag	6.	16.	56.	11.
en op het einde der proef (38 resp. 142 ^e dag).	10.	27.	70.	97,25.

De opstijging gedurende 8 dagen bij eene korrelgrootte < 0.3 mM. bedroeg 38.2 mM., terwijl bij eene korrelgrootte < 6.75 mM. slechts eene hoogte van 2 mM., ongeveer $\frac{1}{20}$, werd bereikt. Hoe kleiner de korrels, des te dichter liggen zij bijeen en des te kleiner worden daardoor weder de afmetingen der capillaire buizen tusschen de verschillende gronddeeltjes.

Volgens Ortl was de totale opstijging in een mengsel van fijn stofachtig kwarts en klei . 1.85 M.
 grof zand 0.347 „
 grof kiezel. 0.04 „

De opgeheven waterzuilen verhouden zich omgekeerd evenredig aan den diameter der buizen. Bovendien zal bij fijnere capillaire buizen het water ook daarom meer kunnen stijgen, omdat de capillaire opstijging niet door zulk een groot gewicht van de reeds tot zekere hoogte opgeheven waterzuil wordt tegengewerkt.

Dit verschil is zeer duidelijk merkbaar in de volgende tabel van Edler.

KORRELGROOTTE in mM.	1,0-0,5	0,5-0,25	0,1-0,05	0,01
Opstijging van het water na 24 uur.	6 cM.	16	56	11
Verdere opstijging van het water na 2×24 uur.	0,5	1,75	7,5	3,75
Verdere opstijging van het water na 3×24 uur.	0,5	0,75	2,25	3
Verdere opstijging van het water na 4×24 uur.	0,5	1,5	1,00	2
Verdere opstijging van het water na 5×24 uur.	0,5	1,5	0,75	2
Verdere opstijging van het water na 6×24 uur.	0,25	0,5	—	2
Hoogte van het water op het einde der proef.	10	27	70,5	97,25
	(126° dag)	(55° dag)	(38° dag)	(142° dag)

Merkwaardig is nog eene opmerking van Liebenberg, dat het water in de buizen nog steeg, ook al

werd van anderen de bron der vochtigheid verwijderd; volgens Liebenberg zou bij dit verdere opstijgen niet de gehele capillaire buis door het vocht gevuld worden, doch het vocht zou alleen den wand bekleeden.

De capillaire leiding in den grond maakt het mogelijk, dat een grooter gedeelte van den grond bevochtigd wordt dan alleen door het water zou kunnen geschieden, dat zich op de eene of andere plaats verzameld had.

Ook wordt het hierdoor mogelijk, dat stoffen, die door het grondwater soms van veraf gelegene plaatsen worden meegevoerd, aan de oppervlakte komen, terwijl sommige microorganismen zich misschien ook door hunne eigenbeweging naar hooger gelegen lagen kunnen verplaatsen.

Verdamping van het water uit de bovenste grondlagen.

Wanneer de bovenste grondlagen door verdamping van het daarin aanwezige water uitdrogen, dan wordt dit waterverlies, als er zich onder die grondlagen eene bron van vochtigheid bevindt, voortdurend vergoed door nieuwen toevoer van water uit de diepte.

Door het uitdrogen der bovenste lagen wordt het evenwicht in de grondlucht gestoord. Het soortelijk gewicht dezer lucht wordt iets vermeerderd door de vermindering van haar gehalte aan waterdamp. Hierdoor ontstaat een luchtstroom, waardoor de iets lichtere met waterdamp verzadigde grondlucht weder in de bovenste lagen komt.

Ook volgt een capillair opstijgen van water, omdat in de bovenste lagen het watergehalte der capillaire ruimten is verminderd ¹⁾.

De boven het grondwater gelegen tot aan de oppervlakte reikende laag wordt door Hofmann ²⁾ in drie deelen gesplitst:

1. *de verdampingslaag*. Deze, de bovenste van de drie, is het meest aan de wisselingen van de weersgesteldheid en de grootste veranderingen in haar watergehalte blootgesteld, van bijna volkomen uitdroging tot geheele verzadiging der capillaire ruimten. Hierin hebben ook hoofdzakelijk de grootste verontreiniging en het indringen van microorganismen plaats.

Het capillaire opstijgen van het water wordt bemoeilijkt, naarmate het watergehalte van eene grondsoort geringer is; de bovenste laag droogt eindelijk

¹⁾ Soyka der Boden p. 118.

²⁾ Hofmann. Grundwasser u. Bodenfeuchtigkeit. Archiv. f. Hygiene I.

geheel uit ¹⁾) en de verdampingslaag trekt zich meer en meer van de oppervlakte terug, eindelijk zoover, dat de weersgesteldheid geen invloed meer heeft. Hierdoor wordt een geheel uitdrogen van den bodem belet.

2°. de *doorgangslaag*.

Deze heeft een constant watergehalte, afhangende van de grootte der capillaire ruimten. Dit watergehalte wordt niet verminderd door verdamping in de verdampingslaag en slechts tijdelijk vermeerderd door neerslag uit den dampkring, omdat het overtollige water, wanneer nl. deze laag geheel met water is verzadigd, er meer of minder snel naar gelang van de grootte der capillaire ruimten door heen zinkt.

3°. de *laag van het capillair opgeheven grondwater*.

Deze laag bevindt zich tusschen de voorgaande en de oppervlakte van het grondwater en maakt den bodem meer of minder vochtig, afhangende van de grootte der capillaire ruimten, welke de voorwaarde is tot een hooger of minder hoog opstijgen van het water. In een bodem met grootere korrelafmeting zal deze laag slechts enkele dM., en in een met geringer korrelgrootte 1 en 2 M. kunnen bedragen.

¹⁾ Soyka, der Boden bl. 119.

De verdamping hangt, behalve van den toestand van den dampkring, vooral af van het watergehalte van den bodem, van zijne samenstelling, van zijne poreusheid en van de bedekkende lagen (levende planten of levenlooze stof). Grondsoorten van verschillende physische en mineralogische geaardheid laten, wanneer ze met water verzadigd zijn, ongeveer gelijke hoeveelheden water verdampen. Zijn ze niet met water *verzadigd*, doch alleen *vochtig*, dan treedt het verschil wel voor den dag.

Ezer ¹⁾ vond de grootste verdamping bij turf, dan bij aarde, leem, kalkzand en kwartszand; Mazure ²⁾ daarentegen bij klei, dan bij mest, vervolgens bij kalk en eindelijk bij tuinaarde en zand.

In het algemeen is de verdamping des te grooter, hoe geringer de korrelgrootte is. Bij een bepaalde grens bereikt ze echter haar maximum. ³⁾

Is de bodemoppervlakte begroeid, dan zal er veel meer water aan onttrokken worden, dan wanneer de oppervlakte onbegroeid is. Dit is duidelijk, wanneer men bedenkt, dat er :

1. in de planten een voortdurende stroom bestaat,

¹⁾ Soyka der Boden bl. 120.

²⁾ Mazure. Annales agronomiques VIII 1882.

³⁾ S. W. Johnson. studies of the relations of soils to water.

van beneden naar boven, waar het opgeheven water verdampt en

2. dat de plant een veel grootere oppervlakte tot verdamping bezit, dan het gedeelte grond, waaruit zij ontspringt.

De verdamping is echter weder grooter, wanneer de bodem niet begroeid is, dan wanneer deze bedekt is met een of ander dood materiaal.

A. Vogel vond, dat gedurende 108 dagen uit 1 M² grond de volgende hoeveelheid water verdampte:

	Kleigrond	Kalkgrond
Onbezaaid	7044 gram	7561 gram
Bezaaid	17828—21692 „	19299—22919 „

De *aard* van de bedekkende stoffen was van minder invloed dan de *hoogte* van de bedekkende laag. Men vergelijkte hiervoor de volgende uitkomsten van Ezer's proeven: ¹⁾

Hoeveelheden verdampt water in grammen op 1000 cM². gedurende 31 dagen.

De bedekkende laag bestond uit:

	levende planten, dennenaalden, beukenloof.		
Hoogte der bedek-			
kende laag	—	5 cM.	5 cM.
	13902	621	630

¹⁾ C. Ezer. Untersuchungen über den Einfluss der physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bodens auf dessen Verdunstungsvermögen. Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik VII.

De bedekkende laag bestond uit :

	Sparrenaalden, Steenen, Stroo, Stroo, Stroo, onbedekt					
Hoogte						
der laag	5 cM.	1 cM.	5 cM.	$2\frac{1}{2}$ cM.	$\frac{1}{2}$ cM.	—
	878	1862	571	1040	2392	5793

De verdamping van het water geeft aanleiding tot uitdroging van den bodem en door dit uitdrogen ontstaan spleten en scheuren, die des te grooter zijn, naarmate de verdamping sneller ging. Hierdoor worden de bovenste lagen meer toegankelijk voor luchtstroomen, en kan de lucht thans ook komen op plaatsen, die te voren waren afgesloten door het water, dat de capillaire ruimten vulde.

Indien het opstijgende en daarna verdampende water microorganismen bevat, dan bestaat er mogelijkheid, dat deze zich door de luchtstroomen over en in de bovenste grondlagen met het stof in de atmosfeer zullen verspreiden, hetgeen waarschijnlijk wordt gemaakt door de mededeelingen van Tommasi Crudeli ¹⁾ en anderen ²⁾.

¹⁾ Tommasi Crudeli, Etudes sur l'assainissement de la Campagne romaine. Archives italiennes de biologie III.

²⁾ Artikel Boden von Dr. I. Soyka. Realencyclopaedie der gesammten Heilkunde.

In Italië nl. zijn de streken, waar malaria veel voorkomt, op sommige plaatsen bedekt met eene meer of minder dikke beschuttende laag. Vormt deze laag een onafgebroken geheel, dan is het aantal lijders aan malaria gering, maar dit aantal neemt aanzienlijk toe, wanneer door groote droogte spleten en scheuren in de laag zijn ontstaan.

In Afrika treedt volgens Bégin de malaria onvermijdelijk op, wanneer een maagdelijke grond wordt bewerkt; eveneens zijn de immigranten in Texas aan de infectie blootgesteld, wanneer ze hunne woningen zóó plaatsen, dat deze gemakkelijk toegankelijk zijn voor luchtstroomen, die over versch beploegde akkers hebben gestreken.

Transport van microorganismen.

Bevinden er zich in den grond microorganismen, spec. pathogene, dan kunnen deze, wanneer zij van hunnen schadelijken invloed op de menschen zullen doen blijken, hoofdzakelijk op drie verschillende wijzen uit den grond komen, nl. 1° door de grondlucht, 2° door het in den grond aanwezige water en 3° door levende wezens.



1. de grondlucht.

De beweging van de lucht zal in staat kunnen zijn, om na de verdamping van het water microorganismen uit de bovenste grondlaag met het gevormde stof in de atmosfeer te voeren.

De grondlaag, door welke zij gevoerd moeten worden, mag echter slechts eene zeer geringe hoogte hebben, daar anders zooals von Nägeli deed opmerken, de grond als een filter werkt.

Deze grondlaag mag echter geen vocht bevatten.

De verspreiding van microorganismen in de lucht is onmogelijk, zoolang zij in een vochtig medium blijven; al bevat de vochtige bodem nog zoo vele kiemen, de stroom van de grondlucht is te zwak om ze hier uit mee te veeren.

Von Nägeli toonde aan, dat zelfs een sterke luchtstroom niet in staat was uit eene kiemen bevattende vochtige grondlaag kiemen mede te voeren. De meening van velen, dat microorganismen met het verdampende water in de atmosfeer zouden gevoerd worden, werd eveneens door hem bestreden en de onjuistheid er van door proeven aangetoond.¹⁾

Door Emmerich²⁾ werden in de kelders van twee

1) Von Nägeli. Die niederen Pilze. 1877. pag. 169 en volg.

2) Zie Dr. Fr. Renck. Bacteriën u. Grundwasser. Arch. f. Hygiene 1886.

huizen uitgegloeide ijzeren buizen tot op verschillende diepten in den grond gedreven en gedurende eenige weken werd hierdoor lucht geaspireerd en door een voedingsmateriaal geleid, doch nooit werden kiemen medegevoerd.

Miquel¹⁾ heeft aangetoond, dat water, hetwelk rottende organische stoffen bevatte, bijna geheel kan verdampen zonder dat een enkel microorganisme door den waterdamp wordt medegevoerd.

Ook heeft hij door vochtige aarde gemengd met rottende dierlijke stoffen, langzaam lucht laten stroomen. De lucht bevatte voor haar binnendringen in de vochtige aarde microorganismen en nu bleek, dat niet alleen de lucht geene kiemen uit de aarde had opgenomen, doch bovendien, dat zij ook die, welke zij zelve bevatte, had achtergelaten.

Geheel anders echter werd het, wanneer de aarde was uitgedroogd en er stof was gevormd²⁾.

Uit de proeven van Wernich bleek, dat tot eene koek verdroogd stof aan de sterkste luchtstroomen geene kiemen afgeeft. Uit grof en fijn stof gingen daarentegen de kiemen wel in de lucht over. Ook

¹⁾ Annales d'Hygiène publique. T. VII. 1882. pag. 548.

²⁾ Dr. A. Wernich. Die Luft als Trägerin entwicklungsfähiger Keime. Virchows Archiv. LXXIX. 3. p. 424.

gaven poreuse lichamen gedrenkt met kiemenhoudend vocht en dan voorzichtig maar goed gedroogd kiemen af, bij geringe vochtigheid echter niet.

Wordt lucht door gelijkmatige vochten geleid, welke microorganismen bevatten, dan neemt zij hieruit wel kiemen op. *Over* de vochten heenstrijkende luchtstroomen blijven vrij, tenzij er schuim is gevormd.

Ten onrechte, volgens mijne meening, haalt Soyka als bewijs voor de microorganismen terughoudende werking van den grond de proeven van Miquel en Pumpelly¹⁾ aan, die lucht lieten stroomen door eene grondlaag met eene snelheid, welke die van de grondlucht verre overtrof. Juist bij eene geringere snelheid van de lucht, bijv. zooals die in werkelijkheid in den bodem bestaat, zouden microorganismen met de stofdeeltjes misschien wel door de fijne openingen en spleten tot in de atmosfeer kunnen worden gevoerd.

Volgens Soyka²⁾ is de in den bodem bestaande luchtstroom niet in staat organismen van eene eenigszins aanmerkelijke diepte tot aan de oppervlakte te brengen, tenzij bij plotseling en sterk uitdrogen eene meer rechtstreeksche gemeenschap van de diepere

¹⁾ Report of the National Board of Health. Washington 1881.

²⁾ Der Boden, pag. 219.

grondlagen met de buitenlucht tot stand ware gekomen.

2^o. het water.

Het zich in den bodem bevindende water kan op tweeërlei wijze de oorzaak wezen, dat microorganismen in aanraking kunnen komen met de menschen.

In de eerste plaats kan het water bij het zakken uit hogere lagen bacteriën meevoeren en deze brengen in waterputten enz., waaruit ze opgepompt en met het drinkwater in het lichaam worden gevoerd.

Dit zakken van het water heeft von Nægeli en Buchner eene mijns inziens minder waarschijnlijke hypothese doen opstellen. Zij stellen zich namelijk de mogelijkheid voor, dat, wanneer in den bodem het peil van het water daalt, er zich kleine vochtbelletjes vormen, die eindelijk uit elkaar spatten.

Bevinden zich in dit water microorganismen, dan zouden deze bij het uiteenspatten der belletjes in de grondlucht komen en wanneer dit op eene geringe diepte plaats vindt, aldus in de atmosfeer geraken. Of de afmetingen dezer vochtbelletjes, zoo het al belletjes zijn, een uiteenspatten toelaten, zou ik meenen te mogen betwijfelen.

In de tweede plaats komt ook aan het capillair opstijgende water eene werkzame rol bij het transport van microorganismen toe.

Soyka heeft hierop het eerst gewezen in 1885. Hij heeft in de *Prager Medicinische Wochenschrift*, 1885, n^o. 28 en 31 in een opstel „Experimentelles zur Theorie der Grundwasserschwankungen” eenige proeven gepubliceerd, genomen met het doel om te weten, of de capillaire stroom, die van beneden naar boven bij verdamping van het water in de bovenste grondlagen ontstaat, in staat is vaste bestanddeelen, spec. microorganismen, met zich mede te voeren.

't Zij mij vergund deze proeven eenigszins uitvoerig mede te deelen, zooals ze door Dr. A. Pfeiffer te Wiesbaden in zijn stuk „die Beziehung der Boden-capillarität zum Transport von Bacteriën”¹⁾ worden aangehaald, vooral omdat zij het uitgangspunt waren van dit proefschrift.

Soyka nam een glazen buis van 1½ cM. middellijn en ongeveer 30 cM. lengte, welke desnoods door aanzetstukken nog verlengd kon worden. Aan het bovenende dezer buis ± 3 cM. onder haren rand was een peervormig omhulsel (bijv. een Erlenmeier's kolfje) aangebracht dat in een smaller gedeelte uitliep en met een watteprop kon worden afgesloten.

¹⁾ Zeitschrift für Hygiene. 1. Band. 3. Heft.

De buis werd gevuld met eene of andere grondsoort, welke van boven tot een kop werd opgehoopt, zoodat het zeer gemakkelijk was een weinig hiervan door licht te schudden over te storten in het peervormig omhulsel, hetwelk bijna tot aan den bovenrand der buis voorzien was van een kweekbed, geschikt voor de ontwikkeling der bacteriënsoort, waarmede werd geëxperimenteerd. Dit alles werd gesteriliseerd en nadat geconstateerd was, dat er zich in het voedingsmateriaal geene culturen ontwikkelden, werd het onder einde der buis geplaatst in eene vloeistof bedeeft met eene bepaalde soort van microorganismen. Men nam nu waar, dat de vloeistof terstond met eene vrij groote snelheid eene zekere hoogte in de buis bereikte, en daarna langzamer steeg.

Na eenige uren, resp. dagen, was de vloeistof tot aan het bovineinde der buis gekomen en werd eene kleine hoeveelheid van de grondsoort op het voedingsmateriaal overgestort. Steeds werd geconstateerd, dat microorganismen, gelijk aan die, welke zich in het vocht aan het onder einde der buis bevonden, zich in het voedingsmateriaal in het peervormig omhulsel verder ontwikkelden.

Volgens Soyka was een andere weg, dan door de grondsoort niet mogelijk; toch waren hiertegen twee bedenkingen te maken,

1. of de bacteriën waren niet door den capillairen stroom medegevoerd, doch zij waren doorgegroeid;

2. of de zouten en andere stoffen in den bodem voorhanden zouden het voedingsvocht, waarin de microorganismen zich bevonden en dat eerst niet meer geschikt was voor hunne verdere vermenigvuldiging, weder in staat gesteld hebben de microorganismen het voor hunne verdere ontwikkeling noodige voedsel te verschaffen.

Om de eerste bedenking te weerleggen, experimenteerde Soyka op een tijdstip, waarop de groei der microorganismen geheel had opgehouden, maar deze niet waren afgestorven, daar zij zich in een geschikt voedingsmateriaal en bij eene geschikte temperatuur weder ontwikkelden; en om den invloed van zouten en andere stoffen te vermijden werd eene indifferente stof genomen, namelijk gereinigde glaskralen en glaspoeder, welke niets aan de opstijgende vloeistof zouden kunnen afgeven. Dit gaf ook hetzelfde positieve resultaat.

Soyka concludeert uit zijne proeven het volgende: ¹⁾

„Im feuchten Boden herrschen ununterbrochen ca-

¹⁾ Der Boden pag. 221.

„pillare Strömungen, die durch Temperaturschwankungen, durch Concentrationsänderungen, durch Zuflüsse u. s. w. bedingt sind. Bei einer langer andauernden Austrocknung, wie sie dem Sinken des Grundwassers vorangeht, muss sich für eine bestimmte Zeit eine ziemlich ununterbrochene capillare Wasserleitung aus tieferen Bodenschichten nach der Bodenoberfläche etabliren, mit diesem Flüssigkeitsstromen können nun reichlich Pilze an die Oberfläche gelangen, aber nicht etwa bloss Pilze, die sich im Grundwasser befinden, sondern, wo überhaupt in irgend einer Bodenschichte, die von dem aufsteigendem Capillarstromen innerhalb des Bodens getroffen wird, die sich also zwischen Grundwasser und Bodenoberfläche befinden, Pilze vorkommen, werden sich diese der aufsteigenden Strömung anschliessen und so an die Oberfläche gelangen können. Diese Pilze müssen aber dann an der Oberfläche oder in den obersten Bodenschichten verbleiben, da nur das Wasser verdunstet, die gelösten Stoffe aber, die nicht flüchtig sind und besonders die festen Partikeln als Residuum zurückbleiben.“

Tegen deze theorie van Soyka, alsmede tegen de meening, dat het uit den dampkring neervallende water bacteriën uit hooger gelegen lagen in het grondwater zou kunnen voeren, pleit volgens Pfeiffer

het feit, dat, hoe dieper men komt, men des te minder bacteriën vindt en dat gewoonlijk het grondwater geene microorganismen bevat.

Ook zouden in het grondwater na hevige regenbuien meer microorganismen moeten aanwezig zijn en dit is geenszins het geval.

Het indringen der microorganismen tot op eene eenigszins belangrijke diepte wordt door de filtreerende werking der grondlagen onmogelijk gemaakt, doch nog meer het verschijnen aan de oppervlakte, hetwelk alleen zou mogelijk wezen door hoogen stand van het grondwater gepaard met groote poreusheid van den bodem.

Pfeiffer schrijft het opstijgen der microorganismen bij de proeven van Soyka geheel alleen toe aan de werking der capillariteit van den wand der buis.

Om deze capillariteit buiten werking te stellen nam hij buizen van 5 c.M. middellijn en toen hiermede een negatief resultaat werd verkregen ook zulke met eene middellijn van $1\frac{1}{2}$ c.M., dus met gelijke middellijn als die der buisjes, waarmede Soyka experimenteerde.

Deze buizen vulde hij eerst tot op eene hoogte van 10 c.M. later tot 5 c.M. met gezeefde en uitgegloeide tuinaarde. (De capillariteit was hierbij eerst in 3 maanden in staat om vocht 1 M. hoog op te voeren.)

Nooit werden microorganismen mede naar boven gevoerd.

Om de bewering te weerleggen, dat de microorganismen gedurende de proef waren te gronde gegaan, werd als voedingsvocht gebruikt het water uit een welput dat zeer vele microorganismen bevatte (100.000 koloniën in 1 c.M³.) en dus geacht kon worden een geschikt voedingsmateriaal voor microorganismen te zijn. Dit water werd vóór het gebruik gefiltreerd en gesteriliseerd.

De wijze van proefneming was ongeveer dezelfde als die van Soyka.

In den bodem van het glas werd met een vijl een gat gemaakt van $1\frac{1}{2}$ m.M. diameter; waardoor het met microorganismen bedeelde vocht „schnell und ungehindert” in het glas kon komen.

Soyka wijst er in zijne repliek ¹⁾ op, dat dit boorgat van $1\frac{1}{2}$ m.M. diameter integendeel het binnendringen zeer vertraagt. Mathematisch toont hij aan, dat de oppervlakte van eene opening met $1\frac{1}{2}$ m.M. middellijn zich verhoudt tot die van eene met 5 c.M. diameter als 1,7671 tot 1963 of als 1 tot 1111, zoodat het vocht in eene van onderen geheel opene buis met 5 c.M. middellijn over eene 1111 maal grootere

¹⁾ Zeitschrift für Hygiene. Band II. 1 Heft. pag. 99.

oppervlakte kan binnendringen, dan wanneer de opening slechts $1\frac{1}{2}$ m.M. middellijn heeft.

Als grondsoorten werden door Pfeiffer gebezigd: aarde, zand, gestooten glas en kralen, welke in het glas zoo vast mogelijk werden aangestampt.

De kralen werden niet meer gebruikt, nadat gebleken was, dat zoowel in buizen met 5 c.M. als in zulke met $1\frac{1}{2}$ c.M. middellijn het vocht nooit hooger dan $1\frac{1}{2}$ c.M. boven het peil van 't het glas omringende vocht kon worden opgeheven.

De korrelgrootte der verschillende aangewende grondsoorten liep zeer uiteen. Het rijnzand bezat eene korrelgrootte tot 5 en 6 m.M., de kralen van $\frac{1}{2}$ tot 1 m.M. middellijn.

Het peil van het met microorganismen beladene vocht werd steeds op 1 c.M. boven de ondervlakte van 't glas gehouden, waarin zich de grondsoort bevond.

Zoodra het vocht aan de oppervlakte was gekomen, werd eene proef genomen van den rand en het midden, of na 6, resp. 24 uur.

Nooit kon de aanwezigheid van microorganismen worden geconstateerd, zelfs niet bij eene hoogte van de grondlaag van slechts 4 c.M.

Ook bij de glazen met $1\frac{1}{2}$ c.M. middellijn werd op één geval na steeds een negatief resultaat verkregen.

Als grondsoort werd rijnzand gebruikt; de hoogte

van de laag bedroeg 10 c.M., het vocht steeg in 15 minuten tot aan de oppervlakte; dadelijk hierop werd een plaatcultuur gemaakt, het resultaat hiervan was „zahllose Colonien” van bacillus fluorescens.

Het rijnzand kon niet goed worden te samen geschud en was zeer doordringbaar; bovendien kon ook hier worden aangetoond, dat het vocht het eerst langs den wand van het glas opsteeg om daarna ook het midden te bereiken.

Eene derde reeks van proeven werd nog genomen met choleraspirillen en typhusbacillen, die zich mischien door hunne eigenbeweging tot aan de oppervlakte van de grondlaag zouden kunnen verplaatsen.

De hoogte der laag verschilde tussehen 6 en 10 c.M. en de middellijn der glazen van $1\frac{1}{2}$ tot 5 c.M.

Alle resultaten waren ook hier negatief, zoodat ook voor deze microorganismen de filtreerende eigenschap van den bodem wordt bevestigd ¹⁾.

Pfeiffer beschouwt het geheele proces van opstijging als eene filtratie zonder druk, waarbij vooral de grondsoort van belang is. Soyka daarentegen „wenn das capillare Aufsteigen von Flüssigkeit durch „eine Bodensäule eine Filtration ist, dann ist

¹⁾ Zeitschrift f. Hygiene. Bd. I. Heft. 3. pag. 96 en volg.

„es eine Filtration unter sehr mächtigem Drucke ;
 „und eine Kraft, die eine Wassersäule durch die
 „engsten Räume bei so ungeheurem Widerstand
 „1 M. hoch heben kann, kann auch Bacteriën trans-
 „portiren.”

In zijn antwoord op de kritiek van Pfeiffer wijst Soyka o. a. op de ongeschiktheid van een deel der gebruikte grondsoorten. Zelfs het gestooten glas is niet indifferent, doch bezit eene „starke fast unvertilgbare alkalische Reaction. Deze alkalische reactie schijnt echter van zeer weinig invloed te wezen op het leven der microorganismen, daar Soyka zelf bij zijne proeven steeds positieve resultaten verkreeg, wanneer hij het glaspoeder als indifferente grondsoort gebruikte. Ook toont hij langs mathematischen weg aan, dat: „während in dem Falle der ungehinderten Communication (Soyka's proeven) von 100 Bacteriën doch noch 10 austreten würden, würde im zweiten Falle (proeven van Pfeiffer) erst von 10,000 Bacteriën nur eine einzige austreten oder in 's Praktische übersetzt. Es treten gar keine Bacteriën aus.”

Bovendien heeft hij nog eene reeks van proeven genomen met buizen van 5 cM. middellijn en eene hoogte van 7, 14 en 23 cM.

De grondsoort was zorgvuldig gezuiverd wit kwartszand, hetwelk eene korrelgrootte bezat van 0,74—

0,34 mM. en een porienvolumen van 38,8%, zoodat 1 KG. grond bij volkomene verzadiging 223 cM³. vloeistof kon bevatten.

De capillariteit in deze buizen van 5 cM. diameter was in staat om het vocht tot eene hoogte van

50 mM. optevoeren in 12 tot 80 seconden

120 " " " 7 " 18 minuten

200 " " " 2 $\frac{1}{2}$ " 8 uren.

Om het doorvallen van het zand te verhinderen, werd het ondereinde der buis met een $\pm \frac{1}{2}$ cM. dik laagje van glaswol afgesloten. Het vocht in het de buis omringende glas werd steeds op 1 cM. boven den onderrand der buis gehouden.

De volgende microorganismen werden gebruikt 1. typhubacillus, 2. miltvuurbacillus, 3. bacillus der muizensepticaemie, 4. micrococcus tetragenus, 5. micrococcus prodigiosus.

Bij het opstijgen van de vloeistof vielen twee bijzonderheden op te merken:

1. dat in de meeste gevallen het vocht 't eerst het midden van de bovenvlakte der grondsoort bereikte en

2. dat, wanneer de grondkolom eene hoogte van 12 tot 20 cM. had, nog voordat het vocht geheel aan de bovenvlakte was gekomen, een over de buis met de grondsoort geplaatst glas aan de

binnenvlakte besloeg, „ein Beweis wie innig Capillarität und Verdunstung mit einander verknüpft sind.“ (Soyka).

Was nu het vocht aan de bovenvlakte van de grondlaag gekomen, dan werden uit het midden hiervan drie culturen gemaakt, ééne proef werd in bouillon gebracht, eene andere werd met vloeibaar agar-agar gemengd en op een plaat uitgegoten, en eene derde evenzeer op eene plaat uitgegoten na vooraf met gelatine gemengd te zijn.

Soyka verkreeg nu steeds bij de drie kweekmethoden positieve resultaten, zoodat hij hiermede op nieuw bewezen meent te hebben, dat de capillaire stroom in den grond in staat is microorganismen mede te voeren naar de oppervlakte.

Pfeiffer heeft ten slotte nog eene reeks van proeven genomen eveneens in 5 c.M. wijde buizen, gevuld met tuinaarde of rijnzand met eene korrelgrootte van 1 m.M. tot 0.3 m.M. doch de capillairstroom was bij deze proeven evenmin als bij zijne vorige in staat de microorganismen naar de oppervlakte te voeren.

Hij eindigt daarna aldus :

„Mittlerweile had Soyka in Berlin vor R. Koch „selbst seine Versuche demonstirt. Auf eine dies- „bezügliche Anfrage dort würde mir eine Mittheilung

„über die Versuchsergebnisse Soyka's in Berlin zwar
 „verweigert, ich höre aber von anderer Seite, dass
 „die Versuche Soyka's im hygienischen Institut in
 „Berlin ganz andere Resultate ergaben, als er sie
 „im hygienischen Institut in Prag mit derselben
 „Bodenart erhalten haben will.

„Es scheint mir nunmehr an Soyka zu sein,
 „eventuell wieder mit Hülfe seines mathematischen
 „Freundes, die Erklärung für die auffallende That-
 „sache zu liefern warum ceteris paribus die Bacteriën
 „in Prag durchtreten und in Berlin nicht.“ ¹⁾

Conclusiën van

PFEIFFER.

1. De proeven van Soyka zijn fout, waarschijnlijk omdat hij te nauwe buizen heeft gebruikt.
2. In buizen, die zoo wijd zijn, dat de capillaire werking van den buiswand mag

SOYKA.

1. De proeven van Pfeiffer zijn fout, deze fout ligt met „mathematische Sicherheit” in de „unphysikalische” wijze van proefneming.
2. De capillaire werking van den buiswand heeft geen invloed gehad op het resultaat zijner

¹⁾ Zeitschrift für Hygiene II Band 2 Heft.

worden uitgesloten, is de capillaire stroom niet in staat microorganismen zelfs maar 4 c.M. hoog te voeren.

3. Dat Pf's proeven, wanneer men volgens deze proeven mag besluiten, hoe het in den bodem toegaat, hiertoe eerder geschikt zijn door hun negatief resultaat dan die van S. ¹⁾

proeven. De capillairstroom kan in eene grondlaag met voldoende capillariteit microorganismen minstens 20 c.M. opvoeren.

3. Dat Pf. eerst nieuwe proeven moet nemen onder vermindering der fouten bij zijne verschillende voorafgegane proeven. (Deze nieuwe proeven heeft Pf. kort beschreven in het Z. f. II. Bnd. II. Heft 2.

3. levende wezens.

Pasteur ²⁾ heeft er vooral op gewezen, dat levende wezens, spec. regenwormen, de overbrengers zouden kunnen zijn van microorganismen uit eene belangrijke diepte naar de oppervlakte van den grond. Hij

¹⁾ Zeitschrift f. Hygiene. Band II. Heft 1, pag. 109.

²⁾ Bulletins de l'Academie de médecine. 1881.

mengde sporen van miltvuurbacillen met aarde, plaatste hierin regenwormen, en vond in de aarde, welke in hun darmkanaal werd aangetroffen, de sporen in grooten getale terug.

Ook wanneer in den lossen grond boven plaatsen, waar dieren welke aan miltvuur gestorven waren, waren begraven, de sporen gevonden worden dan zijn volgens Pasteur de regenwormen hiervan de oorzaak.

Pasteur meent, dat de sporen van den miltvuur-bacillus zich voornl. in de faeces en de cadavers van aan miltvuur bezweken dieren, in den grond zouden vormen.

Hij beschouwt de miltvuurbacillus echter als een aërobie, zoodat eene ontwikkeling der sporen in de cadavers zonder toetreding van lucht niet goed kan worden aangenomen.

Feser ¹⁾ heeft met eene stof, die hij uit opgegraven cadavers van aan miltvuur bezweken dieren verkreeg, geene enkele maal miltvuur kunnen doen ontstaan bij hiermede geïnfecteerde dieren.

Ook wordt volgens Bollinger ²⁾ de miltvuur-bacillus zeer spoedig door rotting vernietigd.

¹⁾ Feser, der Milzbrand VII. Versuche mit Milzbrandobjecten.

²⁾ Bollinger. Zoonosen. Ziemsen's Handbuch der Spec. Path. u. Ther. 3 Bd. p. 510 2 Aufl.

Koch is het met Pasteur evenmin eens en heeft eene geheel andere miltvuurtheorie opgesteld ¹⁾. De besmetting geschiedt volgens hem bijna uitsluitend door sporen. Deze spoorvorming denkt hij zich niet „im Inneren der Cavader, sondern in den blutigen Abgängen der kranken und verendeten Thiere. Wahrscheinlich sind es bestimmte Gräser, amylumhaltige Sämereien, saftreiche Wurzeln, welche an feuchten Stellen oder im Wasser liegend und der Zersetzung durch niedere Organismen preisgegeben, ebenso, wie vielen anderen Bacterienarten zur Nahrung dienen, auch gelegentlich die Milzbrandbacillen beherbergen.

De sporen, die aan den rand van drassige plaatsen en slooten zich op plantendeelen bevinden en zich onder gunstige omstandigheden ontwikkelen en vermeerderen, zouden bij hoog water op het voeder op de weiden worden afgezet en hiermede door het vee worden opgenomen en de infectie te weeg brengen. Gunstig voor de ontwikkeling van den miltvuurbacil schijnt buitengewone humusrijkdom met een groot vochtigheidsgehalte van den bodem, ongunstig daarentegen eene zeer sterke uitdroging.

¹⁾ Zie Arch. f. Hygiene. Zur Aetiologie des Milzbrandes von Fr. Schrakamp, Bd. II. 1884. p. 336 en volg.

Het optreden en het jarenlang heerschen van miltvuur op zeer omschreven plaatsen is echter door deze Koch'sche theorie niet verklaard. Schrakamp¹⁾ heeft experimenteel bewezen de hypothese, dat de miltvuurbacillus ook onder gunstige omstandigheden zijne verschillende ontwikkelingsstadia in diepere lagen van den grond kan doormaken. Koch bestreed deze hypothese omdat „die im Erdboden vorhandenen organischen Substanzen scheinen an und für sich nicht zur Ernährung der Milzbrandbacillen dienen zu können; denn in Gartenerde, in sehr humusreicher Erde vom Ufer eines Flusses u. s. w., welche Substanzen mit etwas Wasser versetzt wurden, wuchsen die Milzbrandbacillen nicht.” Doch Schrakamp voert hiertegen aan, dat de bacillen zeer goed zouden kunnen groeien en sporen vormen, wanneer een weinig van een voor de bacillen geschikt voedingsvocht, zooals urine, bloed, lijnstoffen enz. werd toegevoegd, gelijk dit in de natuur ook dikwijls voorkomt.

Ook is volgens Koch de temperatuur van den bodem te laag, dan dat zich sporen zouden kunnen vormen, daar deze sporenvorming bij 15° ophoudt. Doch de bodemtemperatuur op 1 M. diepte bedraagt

1) Zur Aetiologie des Milzbrandes. A. f. H. Band II. 1884. p. 339.

gemiddeld in de maanden Juli $12,8^{\circ}$ — $16,9^{\circ}$, Augustus $14,2^{\circ}$ — $17,2^{\circ}$, September $15,1$ — $18,0^{\circ}$, zoodat deze gewoonlijk geen beletsel oplevert. Pasteur wijst ook nog op de temperatuursverhooging in den bodem bij rottingsprocessen.

De sporenvorming en verdere ontwikkeling van den miltvuurbacillus in den bodem zelf en niet in het cadaver maakt het overbrengen naar de oppervlakte door de regenwormen gemakkelijker. De feiten door Pasteur medegedeeld worden bevestigd door Feltz ¹⁾ en Bollinger ²⁾.

¹⁾ Feltz, Comptes rendus T. XCV. Nr. 19 (6 Nov. 1882).

²⁾ Bollinger. Zoonosen. Ziemsen's Handbuch der Spec. Path. u. Ther.

Eigen Onderzoek.

Bij de proeven om te onderzoeken, in hoeverre de capillaire stroom in staat is microorganismen in verticale richting mede te voeren, werd ongeveer te werk gegaan, zooals door Soyka en Pfeiffer was gedaan.

Om echter een van de strijdpunten tussehen S. en Pf. te vermijden, werd geen cilinderglas gebruikt met glazen bodem en gaatje, doch een open glas en wel een gewoon gaslamp-cilinderglas van 4,6 c.M. middellijn en 20 c.M. lengte, dat door een kapje van kopergaas met vierkante mazen van 0.19 mm². in staat was het te onderzoeken materiaal te dragen.

Als kunstmatige bodem werden gebruikt :

1^e kwartzand ; 2^e glaspoeder ; 3^e glaskralen (slechts ééne maal).

De korrelgrootte der beide eerste stoffen werd steeds zoo nauwkeurig mogelijk bepaald door middel van zeeven met bekenden diameter der gaten.

De korrelgrootte was bij een aantal proeven kleiner

dan 0,50 mM. en grooter dan 0,25 mM., bij eene andere reeks kleiner dan 0,25 mM.

De afmetingen der glaskralen werden onder het microscoop bepaald en bedroegen gemiddeld:

middellijn der opening 0,525 mM.

„ van de kraal 1,3 mM.

hoogte „ „ „ 0,63 mM.

Van de ruimten, die tusschen de kralen overbleven, werden evenzoo de afmetingen bepaald; hierna werd hare oppervlakte berekend.

Lagen er 4 kralen tegen elkander, dan bleef gemiddeld eene vrije oppervlakte over van 2,31 mM².

Lagen er 3 kralen horizontaal en 1 vertikaal tegen elkander, dan bedroeg de vrije oppervlakte gemiddeld 0.77 mM².

Lagen er 3 kralen tegen elkaar, dan was deze 1,27 mM². groot.

De oorzaak, dat de glaskralen slechts éénmaal als kunstmatige bodem werden gebruikt, was hierin gelegen, dat ze in buizen van 4,6 cM. middellijn, niet in staat waren het vocht hooger dan 1,5 cM. op te voeren. Hierop was ook reeds door Pfeiffer gewezen.

Kleinere glaskralen of glasbolletjes kon ik in Nederland en ook te Berlijn niet machtig worden.

De proeven werden nu als volgt ingericht:

een lampegglas van 2 dM. lengte en 4,6 cM. middellijn werd van onderen afgesloten met een bodem van kopergaas.

Door middel van twee koperen staafjes, met hun ééne uiteinde in den opstaanden rand van dit kapje kopergaas gehaakt, werd het lampegglas opgehangen in een molglas van ± 3 dM. hoogte en ± 8 cM. middellijn, zóó dat resp. de *bodem* van het lampegglas eenige cM. boven den bodem en zijn *bovenrand* eenige cM. onder den bovenrand van het molglas werden gehouden.

Om de gemakkelijke wijze van herkenning werd als microorganisme gebruikt de *Bacillus prodigiosus*. Deze werd gekweekt in Löfflerschen bouillon en bij de proefneming werd dit vocht met eenige malen zijn volumen gesteriliseerd gedestilleerd water verdund.

Ter zekere dooding der kiemen en ter verwijdering van nog mogelijk aanwezige organische stof, die misschien de opmerking zoude rechtvaardigen, bij een positief resultaat der proeven, dat de microorganismen niet alleen door capillariteit waren naar boven gebracht, doch gedeeltelijk ook doorgegroeid, werd het zand of glaspoeder gedurende minstens een uur, doch meestal langer uitgegloeid.

Dit gloeiend heete zand of glaspoeder werd nu tot

de verlangde hoogte in het lampeglas gedaan, daarna het glas in het molglas gehangen, dit laatste met een wattenprop gesloten en het geheel in den ontsmettingsoven van Prof. Dr. van Overbeek de Meijer gesteriliseerd en gedroogd.

Opdat het fijne glaspoeder of de zandkorrels niet door de mazen van het kopergaas zouden vallen, werd op dit gaas een laagje van $\pm 0,75$ cM. dikte grover glaspoeder of zand gebracht en hierop eerst het fijnere.

Daarop bleef de toestel 24 uur ter bekoeling staan, goed beschut tegen verontreiniging. Op den volgenden dag werd door een eveneens gesteriliseerd glazen trechttertje het microorganismen bevattende vocht in het molglas geschonken, waarbij zooveel mogelijk werd zorg gedragen, dat het vocht langs den binnenwand van het molglas liep en niet langs den buitenwand van het lampeglas, opdat niet eene kleine hoeveelheid, tegengehouden door de opstaande en een weinig uitstekende randen van den bodem van kopergaas aan ééne zijde spoediger in de kunstmatige grondlaag zou dringen, doch dat de geheele onder-vlakte zooveel mogelijk tegelijk bevochtigd werd. Steeds werd door bij te schenken het vocht op ongeveer 1 à 1,5 cM. boven den onderrand van het lampeglas gehouden. Zoowel bij het glaspoeder als bij het zand

was, gelijk ook Soyka heeft opgemerkt, het langzame stijgen der vloeistof zeer goed te volgen, doordat de kleur van het door de vloeistof bevochtigde, donkerder was, dan die van het nog drooge.

Het was dus niet noodig het hulpmiddel van Pfeiffer ter constateering van de vochtigheid te baat te nemen. Deze plaatste nl. in het midden van de oppervlakte der grondlaag tot op pl. m. 1 m.M. diepte een driehoekig samengevouwen stukje filtreerpapier; zoodra het vocht in het midden aan de oppervlakte was verschenen, werd dit aangetoond door het zich ontplooiën van het stukje papier.

Wat betreft het eerder verschijnen van de vloeistof aan den rand of in het midden van de bovenvlakte, zoo zij hier reeds medegedeeld, dat dikwijls gelijktijdig en rand en midden werden bevochtigd, ook dikwijls het midden alleen het eerst en dat zelden het vocht het eerst aan den rand naar boven werd gevoerd.

Was nu geconstateerd, dat het vocht zich aan de bovenvlakte van de grondlaag bevond, dan werd met eene uitgegloeide platinalis een weinig van de vochtige grondsoort uit het midden genomen en op een stuk gesteriliseerden, gekookten aardappel in een reageerbuisje gebracht en uitgestreken, en daarna in de broedstoof geplaatst. De kweekbuisjes met aardappel waren gereed gemaakt naar de methode van Roux.

Tevens werd bij iedere proef de aanwezigheid en de ontwikkelingsvatbaarheid van den *Bacillus prodigiosus* in het opstijgende vocht gecontroleerd door eene kweeking op aardappel of op Agar-agargelatine.

Het glaspoeder bevochtigd met gedestilleerd water gaf alkalische reactie; evenzoo het cultuurvocht.

Van de talrijke proeven worden hier eenige beschreven.

Proef I.

2. 2. '89.

Het glas wordt tot eene hoogte van 1 dM. gevuld met zand.

Korrelgrootte < 0.50 en > 0.25 mM.

Op den bodem van kopergaas ligt een laagje van ± 0.75 cM. grover zand met een korrelgrootte < 1 mM. en > 0.50 mM.

De met gesteriliseerd gedestilleerd water verdunde, bacteriën bevattende bouillon wordt in het molglas geschonken en bereikt in minder dan 3 minuten de bovenvlakte van het zand. Het midden van de bovenvlakte wordt het eerst vochtig; de capillariteit van den glaswand is hierbij dus zeker niet in het spel.

Na 5 minuten wordt eene proef genomen van het zand, op aardappel gebracht en in de broedstoof geplaatst.

Deze aardappel bleef echter steriel.

Proef II.

19. 6. '89.

Het glas wordt gevuld tot op eene hoogte van 1.5 dM. met zand.

Korrelgrootte < 0.50 mM. en > 0.25 mM.

In 10 minuten is het vocht tot aan de oppervlakte gestegen, in het midden het eerst.

Proeven worden genomen:

1. onmiddellijk aangeslagen.
2. na 1 uur steriel gebleven.
3. 24 uur na 1 id.

Proef III.

7. 2. '89.

Op dezelfde wijze worden 2 dM. zand van dezelfde korrelgrootte behandeld.

In $4\frac{1}{2}$ minuut steeg het vocht 14 cM. en eerst in 37 minuten bereikte het de bovenvlakte.

Zoowel het midden als de rand worden gelijktijdig vochtig.

Proeven worden genomen:

1. onmiddellijk na het verschijnen van het vocht aan de oppervlakte.
2. na 10 minuten.
3. na 20 min.
4. na een half uur.
5. na 40 min.
6. na 24 uur.
7. na 2 $\times$ 24 uur en
8. na 4 $\times$ 24 uur.

Alle 8 proeven bleven steriel.

Proef IV.

1. 3. '89.

Het glas wordt gevuld met zand van de vermelde korrelgrootte tot op eene hoogte van 3 dM.

In 3 uur was het vocht nog niet tot de bovenvlakte gestegen. Eerst 24 uur na het begin der proef werd de eerste aardappel met de vochtige massa bestreken en 2 $\times$ 24 uur na het begin een tweede.

Beide kweekproeven sloegen niet aan.

Proef V.

18. 2. '89.

In plaats van het zand wordt nu gebruikt gestooten glas.

Korrelgrootte < 0.50 mM. en > 0.25 mM.

Het lampegglas wordt tot op eene hoogte van 1 dM. gevuld.

In 2 minuten steeg de vloeistof tot aan de oppervlakte.

Deze bovenvlakte was niet geheel horizontaal doch een weinig hellend. Aan den rand der lagere plaatsen verscheen het vocht het eerst om daarna de overgeblevene oppervlakte te bevochtigen.

Proeven worden genomen uit het midden:

1. dadelijk na het verschijnen van het vocht aan de oppervlakte.

2. 1 uur 15 min. later.

3. 24 uur na 1.

Alle drie cultuurproeven sloegen aan.

Proef VI.

22. 2. '89.

Eene kolom van 2 dM. glaspoeder van dezelfde korrelgrootte als in de voorgaande proefneming, wordt op de beschrevene wijze behandeld. In 20 min. is de oppervlakte bereikt.

Proeven worden genomen:

1. onmiddellijk. aangeslagen.

2. na 2 uur. id.

3. 24 uur na 1 id.

Proef VII.

11. 3. '89.

Het glaspoeder, waarmede nu proeven worden genomen, heeft eene korrelgrootte < 0.25 mM.

Het vocht stijgt in dit poeder hoogstens 44 cM. op.

Het cultuurvocht bereikt in 4 minuten de bovenvlakte van de 1 dM. hooge kolom.

Proeven worden genomen:

1. onmiddellijk aangeslagen.
2. 1 uur later „
3. 24 uur na 1 steriel gebleven.

Proef VIII.

18. 3. '89.

Glaspoeder met korrelgrootte < 0.25 mM.

Hoogte van de kolom 2 dM.

In 22 minuten is het vocht tot aan de bovenvlakte gestegen.

Proeven worden genomen:

1. onmiddellijk aangeslagen.
2. na $1\frac{1}{2}$ uur steriel gebleven.
3. 24 uur later dan 1. „

Proef IX.

1. 4. '89.

Eene kolom van 2 dM. glaspoeder. Korrelgrootte < 0.25 mM.

In 27 min. heeft het vocht de bovenvlakte bereikt; zoowel rand als midden ongeveer gelijktijdig.

Om eene proef te kunnen nemen op de helft van de hoogte was het cilinderglas op 11 cM. van den bodem af in twee deelen gedeeld, welke met eene koperen klem werden te zamen gehouden.

Proef 1 wordt genomen onmiddellijk na het verschijnen van het vocht aan de oppervlakte.

Proef 2 $1\frac{1}{2}$ uur later en

Proef 3 eveneens $1\frac{1}{2}$ uur later dan 1, doch van uit de helft van de kolom. De koperen klem werd hiertoe verwijderd en met een gegloeid mes werd de bovenhelft van het cilinderglas met het zich daarin bevindende glaspoeder verwijderd en van de nu bloot komende bovenvlakte der onderhelft werd eene proef genomen.

1 en 3 sloegen aan, 2 bleef steriel.

Proef X.

4. 4. '89.

Om de werking van den binnenwand van het glas zooveel mogelijk buiten te sluiten, indien deze, hetgeen niet waarschijnlijk is, nog van eenigen invloed kon zijn, wordt het cilinderglas van binnen met eene dunne laag gipsbrij bekleed en daarna gedroogd.

Dit cilinderglas wordt tot op eene hoogte van 1 dM. gevuld met glaspoeder (korrelgrootte < 0.25 mM.) en daarna bedeed met de vermelde kweeking van *Bacillus prodigiosus*.

In minder dan 4 min. is het vocht tot aan de oppervlakte gestegen en wel in het midden het eerst.

Proeven worden genomen:

1. 4 min. na de infectie aangeslagen.
2. na 1 uur steriel gebleven.
3. 24 uur na 1 ”

Proef XI.

19. 6. '80.

Korrelgrootte van het glas < 0.25 mM.

Hoogte der kolom 3 dM.

In 1 uur 30 min. heeft het vocht de bovenvlakte bereikt; in het midden het eerst.

Proeven worden genomen:

1. onmiddellijk steriel gebleven.
2. na 1 uur "
3. 24 uur na 1 "

Ten einde te trachten ook eenige inlichtingen te verkrijgen aangaande het al of niet werkzaam zijn van den capillairen stroom in horizontale richting bij het transport van microorganismen, eventueel over welke uitgebreidheid zich deze zoude uitstrekken, werd het volgende toestelletje geconstrueerd.

Het is van dun koperblad vervaardigd, langwerpig vierkant en voorzien van een plat koperen deksel met loodrecht omgebogenen rand, die in eene sleuf van den koperen bak past.

De koperen bak is 25 cM. lang en 6,25 cM. breed, terwijl de hoogte, gemeten van den bodem tot de bovengenoemde sleuf, 10 cM. bedraagt. In dien bak is eene rechthoekig gebogene plaat *ef* zoodanig gesoldeerd, dat een vierkant bakje *b* binnen den toestel gevormd wordt. Dit bakje is voorzien van eene opening, waaraan een peilglas *h* bevestigd is. Het andere einde der plaat *fe* is bij *e* bevestigd aan een loodrecht geplaatst strookje kopergaas van 3 cM. hoogte en de volle breedte van den toestel.

Bij *i* kan in eene aan weerszijden aanwezige sleuf, loodrecht op de lengte-as van den toestel, een koperen plaatje ingeschoven worden, dat waterdicht sluitend kan worden gemaakt. Aan de beide einden van den toestel zijn dus twee bakjes van gelijke afmetingen aanwezig.

Boven het bakje *b* is een deksel gesoldeerd met eene opening van 1,5 cM. middellijn. Het bakje *ia* wordt gesloten door het opleggen van het bovenvermelde groote deksel, dat uit één stuk is vervaardigd.

In dat deksel *d* zijn 16 in twee rijen geplaatste openingen aanwezig, op gelijke afstanden van elkander; op elke opening is een staand randje koperblad gesoldeerd, van 0,7 cM. middellijn. Bij *g* is eene groote koepelvormige verhevenheid, waarin eene opening van 1,5 cM. middellijn.

Het behoeft wel nauwelijks gezegd te worden, dat deze toestel, met dezelfde onderlinge verhouding der deelen, in elke willekeurige grootte kan vervaardigd worden.

Wanneer de schuif *i* gesloten en de ruimte *defi* *ca* van den toestel met de eene of andere grondsoort, of eene indifferente stof (bijv. glasbolletjes of glaspoeder), gevuld is, kan men, na het opleggen van het deksel, alle openingen en de sleuf, waarin het deksel past, met watten afsluiten en den toestel in zijn geheel steriliseeren.

Brengt men daarna onder de bekende voorzorgen in *b* eene vloeistof, waarin eene bepaalde soort micro-organismen rein gekweekt is, dan zal dat vocht het (dan nog geheel ledige) bakje *k l e c m* vullen en door het kopergaas *c* (met vierkante mazen van 0,44 mM., lengte en breedte) binnendringen in het bakje *i a*. Naarmate de vloeistof in de vulling van dat bakje stijgt, hetgeen in het peilglas *h* verraden wordt, kan men nieuwe hoeveelheden vocht bijvoegen, zoodat het peilglas een nagenoeg standvastig peil blijft aanwijken.

Het dekstuk van den koepel bij *g* kan verwijderd worden en vervangen door eene buis van 5 cM. middellijn en geheel willekeurige lengte.

Wil men de beweging van het vocht in *horizontale* richting nagaan, dan wordt het toestel *zonder* het tusschenschot *i* te werk gesteld.

Naar verkiezing kan, door middel van het insteken eener platinanaald of lis, een korreltje van het vulsel opgehaald en op een geschikt kweekbed of in een kweekvocht worden overgebracht, onder nauwkeurige bepaling van het tijdsverloop tusschen het begin der proef en het ophalen op verschillende afstanden tusschen *i* en *f*.

De buis, die na verwijdering van den koepel *g* loodrecht op dat gedeelte geplaatst wordt, kan van

zijdelingsche buisjes worden voorzien, evenals het deksel *d*, of wel kan uit verschillende deelen bestaan, die door een uitwendig aangelegden en dichtgeschroefden ring samenvbonden worden en later door het losschroeven van dien ring en het doorsnijden van den inhoud der buis met een gesteriliseerd breed mes weder gescheiden kunnen worden.

De aldus ingerichte toestel voldoet m. i. aan alle redelijke eischen.

Proef XII.

7. 5. '89.

De boven beschreven toestel wordt gevuld met glaspoeder, (korrelgrootte < 0.25 mM.) ter hoogte van 3 c.M. boven den dubbelen bodem *e* en 6 c.M. onder het naaste punt *g*; daarna wordt het cultuurvocht door het vulgat *n* geschonken.

Het peil in het peilbuisje wordt ongeveer op gelijke hoogte gehouden als de dubbele bodem *b*.

De bovenzijde van het glaspoeder wordt in het midden het eerst vochtig, de koperen wand is dus niet van invloed.

Na $8\frac{3}{4}$ minuut is de geheele oppervlakte overal gelijkmatig vochtig.

Proeven worden genomen:

1. onmiddellijk uit het dichtste punt *g*. aangeslagen.
2. " " " verste " o. steriel gebleven.
3. een uur later " " dichtste " . " "
4. " " " " " verste " . " "

5. $1\frac{1}{2}$ uur na 1 uit het dichtste punt . steriel gebleven.
6. $1\frac{1}{2}$ " " 2 " " verste " . " "
7. 24 " " 1 " " dichtste " . " "
8. " " " 2 " " verste " . " "

Proef XIII.

27. 5. 89.

De toestel wordt gevuld tot op eene hoogte van ruim 2 cM. op den dubbelen bodem *e* en ruim 5 cM. onder het dichtste punt *g*.

Korrelgrootte van het glaspoeder < 0.25 mM.

Na 4 min. is de helft der bovenvlakte bevochtigd, na 14 min. heeft het vocht ook het verste punt *o* bereikt.

Proef 1 wordt genomen onmiddellijk uit het dichtste punt. aangeslagen.

Proef 2 wordt genomen onmiddellijk uit het verste punt. steriel.

Proef 3 wordt genomen na 1 uur uit het dichtste punt. aangeslagen.

Proef 4 wordt genomen na 1 uur uit het verste punt. steriel.

Proef 5 wordt genomen 24 uren na 1 uit het dichtste punt. steriel.

Proef 6 wordt genomen 24 uren na 2 uit het verste punt. steriel.

Proef XIV.

11. 6. 89.

De toestel wordt gevuld met glaspoeder (korrelgrootte < 0.25 mM.) tot op eene hoogte van ruim 3.5 cM. boven

den dubbelen bodem *e* en ruim 6.5 cM. onder het dichtste punt en daarna geïnfecteerd.

In 3 minuten is de helft der bovenvlakte bevochtigd en in 13 minuten de geheele bovenvlakte.

Proeven worden genomen:

- | | | |
|----|--|-----------------------------|
| 1. | onmiddellijk uit het naaste punt <i>g.</i> | aangeslagen. |
| 2. | " " " 4 ^e gaatje van af | het naaste punt <i>g.</i> " |
| 3. | " " " verste punt <i>o.</i> | steriel gebleven. |
| 4. | als 1 na één uur | aangeslagen. |
| 5. | " 2 " " " | " |
| 6. | " 3 " " " | steriel gebleven. |
| 7. | " 1 " 24 " | aangeslagen. |
| 8. | " 2 " " " | steriel gebleven. |

Na het einde der proef bevatte het glaspoeder, afgeschept tot op de helft der hoogte onder het naaste punt nog levensvatbare kiemen.

Deze proeven hebben naar mijne meening een niet te verwerpen resultaat opgeleverd; behalve toch de bevestiging van Soyka's resultaten, waarop ik nog terug kom, hebben zij ook geleerd, dat, hoewel de capillairattractie voldoende is om microorganismen te transporteeren in verticale richting, zij toch niet in staat is deze ook op de eenmaal gebrachte hoogte te doen blijven. Na zeer korten tijd toch zijn ze op dezelfde plaats, waar zij vroeger waren aange-

toond, niet meer te bespeuren, terwijl zij op lager gelegene plaatsen nog goed levensvatbaar aanwezig waren.

Om echter dit terugzakken nog nader te bewijzen werd de volgende proef genomen.

Proef XV.

19. 6. '89.

Een lampeglas geheel in orde gemaakt zooals bij de vorige proeven werd tot 1 dM. hoogte gevuld met het glaspoeder (korrelgrootte < 0.25 mM.)

Na afkoeling van het gegloeide glaspoeder werd hierop, onder de meest mogelijke voorzorgen, gebracht glaspoeder van dezelfde korrelgrootte doch gedrenkt met eene cultuur van *Bacillus prodigiosus* ter hoogte van 2,5 cM. en hierboven weder 3 cM. gesteriliseerd glaspoeder.

Hierna werd in plaats van eene verdunde bacteriëncultuur gesteriliseerd gedestilleerd water in het molglas geschonken.

Nadat het vocht tot de bovenzijde van het glas was gestegen werd één uur gewacht en toen eene cultuurproef uit het zich in het molglas bevindende gedestilleerde water aangelegd, evenzoo na 2 en na 24 uren.

De cultuurproef na 1 uur genomen is prachtig aangeslagen. In die genomen na 2 en 24 uren is, door het optreden van den Aardappelbacillus en zijn bekenden snellen groei, van *Bacillus prodigiosus* niets te bespeuren.

Deze proef nu in verband met proef IX bewijst wel, dat, waar geene verdere tellurische of kosmische invloeden in het spel zijn, de door capillariteit opgevoerde microorganismen afhankelijk zijn van den invloed der zwaartekracht.

BESLUIT.

Uit de bovenvermelde proeven blijkt, dat micro-organismen door den capillairstroom naar boven kunnen worden gevoerd, dat dus de uitkomsten der proeven van Soyka juist waren en dat de proeven van Pfeiffer waarschijnlijk daarom een tegenovergesteld resultaat hebben opgeleverd omdat: 1° te lang gewacht werd met het afnemen van kweekmassa, nadat het vocht tot aan de oppervlakte was gestegen, zooals voor een deel ook blijkt uit de schijnbaar tegenstrijdige resultaten, die onze proeven met zand hebben opgeleverd.

Bij 1 dM. zandhoogte gelukte het niet, bij 1,5 dM. zandhoogte wel, om door capillariteit opgevoerde microorganismen aan te toonen. Het verschil tussen beide proeven bestond echter hierin, dat bij de 1. dM. hoge kolom eerst 5 minuten gewacht werd, voordat de cultuurproef werd genomen, terwijl

bij de 1,5 dM. hooge kolom (geleerd door de proeven met het glaspoeder) de cultuurproef gemaakt werd dadelijk nadat de bovenvlakte vochtig was.

2°. misschien de afmetingen der gronddeeltjes, waarmede werd gewerkt, te groot waren.

Doch niet alleen worden de microorganismen naar boven gevoerd, na verloop van eenigen tijd zakken zij weder terug; dat zij niet afsterven blijkt uit de omstandigheid, dat terwijl boven geene kiemen meer waren aan te toonen, op de halve hoogte der grondlaag nog levensvatbare werden gevonden.

Door de volgende hypothese wordt het terugzakken misschien verklaard.

In de capillaire buis door verschillende korreltjes gevormd, oefent ieder deeltje eene zekere werking in eene bepaalde richting uit op het kolommetje vloeistof, dat wordt opgeheven (capillairattractie); twee ongeveer tegenover elkander liggende deeltjes zullen op zeker punt elkanders werking opheffen; terwijl het vocht nu langs den wand der buis stijgt, is ergens in het midden de omhoogvoerende kracht nul en zinkt dus het zich aldaar bevindende vaste deeltje tengevolge der zwaartekracht terug.

Dit is wellicht de verklaring, waarom bij zand met eene korrelgrootte $< 0,50$ en $> 0,25$ mM. geene microorganismen werden medegevoerd en bij

glaspoeder van dezelfde korrelgrootte wel. In het eerste geval zijn de capillaire buizen door den meer regelmatigigen vorm der zandkorrels wijder dan die gevormd tusschen de meer onregelmatige glasdeeltjes.

STELLINGEN.



STELLINGEN.

I.

Een van de momenten voor het transport van microorganismen is de capillariteit.

II.

Het onderwijs in de gymnastiek behoort verplicht te zijn in de lagere scholen.

III.

De sporaee van den typhusbacillus zijn nog niet met zekerheid aangetoond.

IV.

De onderzoekingen van Gamaleia, Roux, Chauveau e. a. bewijzen, dat men voorzichtig moet zijn met zijne conclusiën betreffende de werking van Chamberland'sche filters.

V.

Spaarkachels mogen nimmer gebruikt worden.

VI.

De verkleuring eener kweeking van *Bacillus prodigiosus* is vooral het gevolg van het ontbreken eener voldoende hoeveelheid zuurstof.

VII.

De gefractioneerde sterilisatie van bloedserum staat verre achter bij de koude sterilisatie door middel van doorpersing door eene Chamberland'sche bougie.

VIII.

Bij de behandeling van ileus is het meest aan te bevelen het gebruik van de maagsonde.

IX.

Een van de oorzaken van asthma kan zijn, lijden van het urogenitaalapparaat.

X.

Bij haemoptoe onthoude men zich van het gebruik van medicamenten.

XI.

Acute croupcuse pneumonie is besmettelijk.

XII.

Katheters met eene doode ruimte mogen niet worden gebruikt.

XIII.

Hydrocele neonatorum kan intrauterien ontstaan, komt meestal congenitaal voor.

XIV.

Bij luxatio obturatoria is het been verkort.

XV.

Bij onvoldoende werking van den detrusor, zoodat eene geringe hoeveelheid urine in de blaas terug blijft is geregeld katheteriseeren noodzakelijk.

XVI.

De door Gersuny gewijzigde Pavlik'sche operatie bij epispadie van de vrouw is de eenige rationcele.

XVII.

In de meeste gevallen van endometritis kan de diagnose niet worden gesteld, zonder de toepassing van den proeftampon van Schultze.

XVIII.

Het katheteriseeren der luchtwegen bij pasgeborenen ter verwijdering van geaspireerde stoffen, heeft weinig of geen nut.

XIX.

Mydriatica hoewel in den regel bij glaucoom gecontraindiceerd, kunnen soms daarbij aangewezen zijn.

XX.

Ten onrechte spreekt men van glaucoom waar niet te eeniger tijd verhoogde tensie heeft bestaan.

XXI.

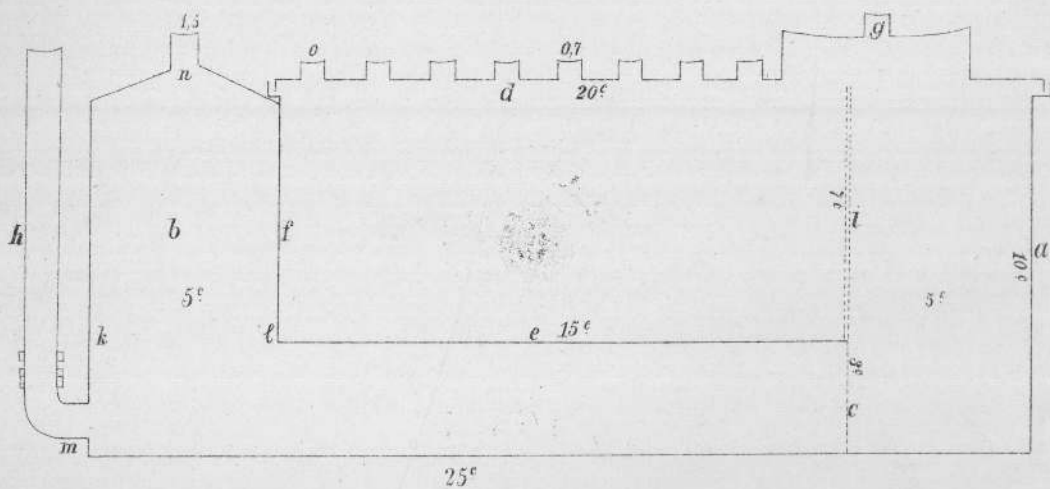
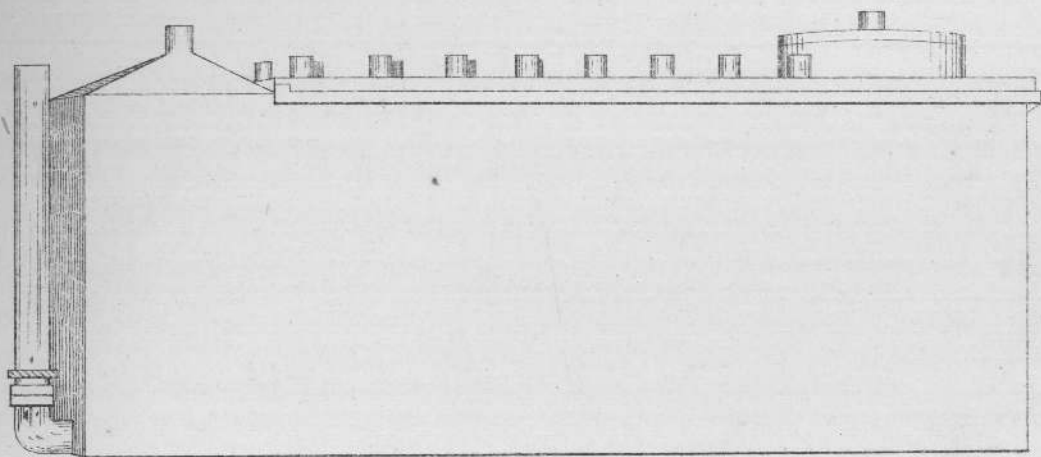
De tuberculeuse infectie bij phthisis pulmonum, heeft niet plaats door directe enting van uit de lucht; de infectie komt door het bloed tot stand.

XXII.

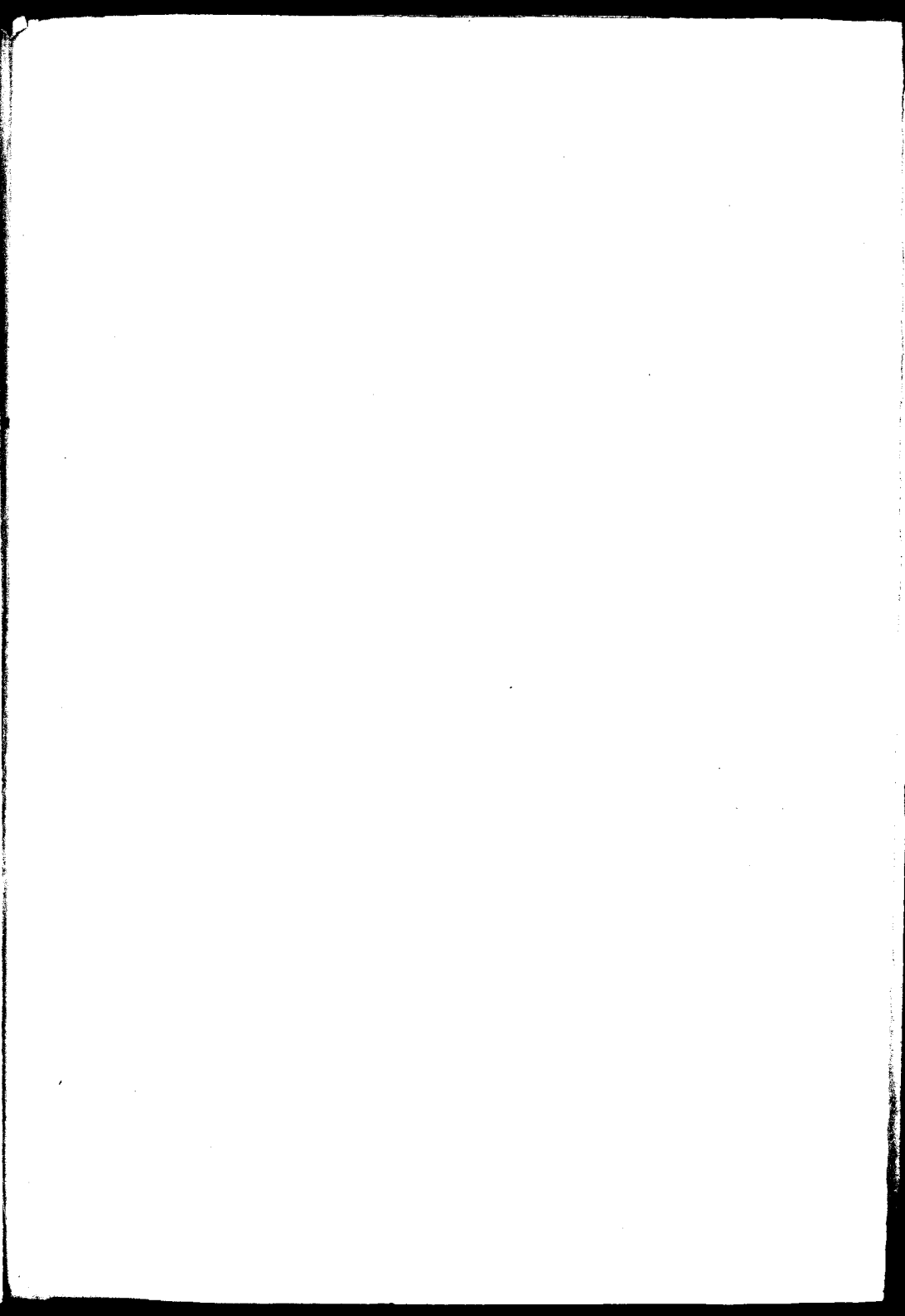
Ook door de chylvaten worden opgeloste stoffen uit de darmen opgenomen.

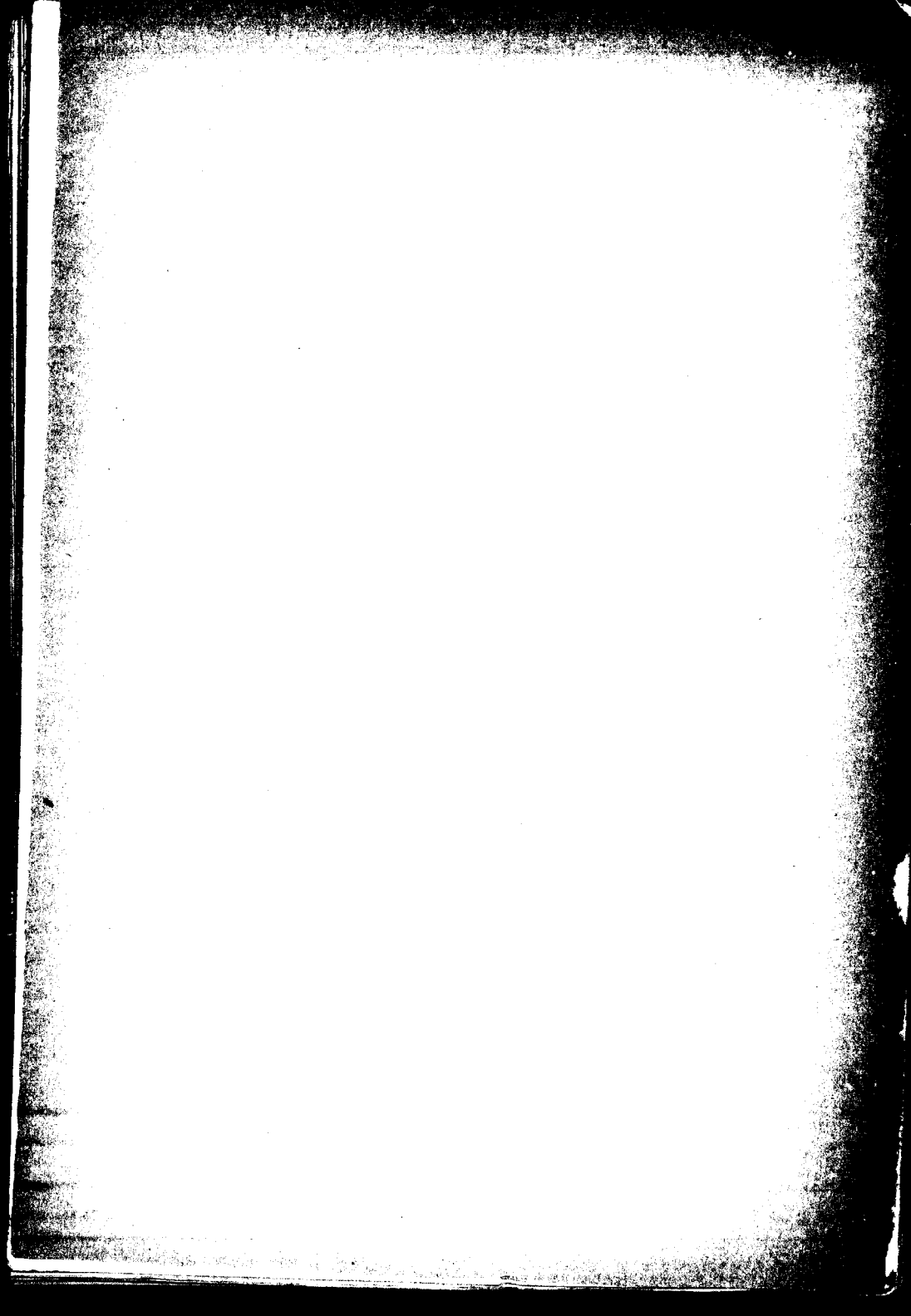


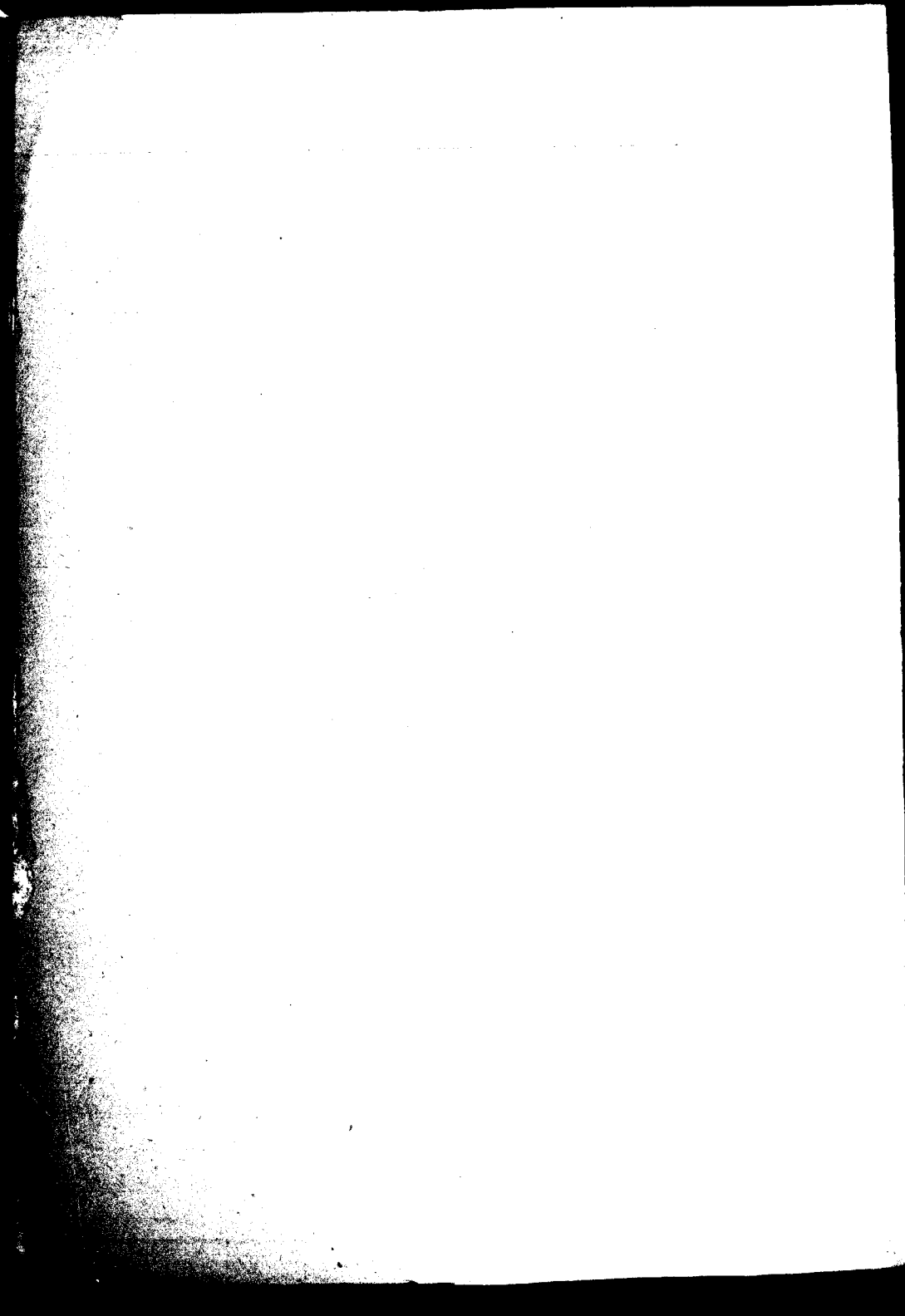
16357













17699