Utrecht University Library
Partner in Science
Universiteit Utrecht

Het water in de Neder-Betuwe: Bacteriologische en scheikundige onderzoekingen

https://hdl.handle.net/1874/268207

A° 192, 1918

J. W. DE WAAL

HET WATER IN DE NEDER-BETUWE

BACTERIOLOGISCHE EN SCHEIKUNDIGE ONDERZOEKINGEN





A. qu.
192

HET WATER IN DE NEDER-BETUWE.

RIJKSUNIVERSITEIT UTRECHT
1411 4403

HET WATER IN DE NEDER-BETUWE.

BACTERIOLOGISCHE EN SCHEIKUNDIGE ONDERZOEKINGEN.

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE ARTSENIJBEREIDKUNDE AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT, OP GEZAG VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS DR. G. W. KERNKAMP, HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER LETTEREN EN WIJSBEGEERTE, VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER WIS- EN NATUUR-KUNDE TE VERDEDIGEN OP DINSDAG 29 OCTOBER 1918, DES NAMIDDAGS TE 4 UUR, DOOR

JACOBUS WILHELMUS DE WAAL,

GEBOREN TE LEEUWARDEN.



M. DE WAAL. — 1918. — GRONINGEN.

AAN MIJNE VROUW.

De bewerking van dit proefschrift heeft meermalen de herinnering aan mijne leermeesters aan de Universiteit van Amsterdam verlevendigd. Hiermee ging steeds een gevoel van groote erkentelijkheid voor het van hen genoten onderwijs gepaard.

Hooggeleerde SCHOORL, Gij waart assistent van wijlen den hoogleeraar GUNNING, toen ik van U mijn eerste lessen ontving in de analytische scheikunde, een tak van wetenschap door U met zooveel voorliefde en zooveel succes beoefend. Nog steeds wordt door mij dit onderwijs hoog gewaardeerd, maar zeker stel ik het niet minder op prijs, dat gij in latere jaren mij Uw goeden raad nooit hebt onthouden, zoo die werd gevraagd. Nog hooger acht ik echter de vriendschappelijke gevoelens, waarvan gij ten mijnen opzichte zoo dikwijls hebt blijk gegeven.

Hooggeleerde DE GRAAFF, hooggeachte promotor. Hoewel ik niet tot Uwe leerlingen behoor, in den gewonen zin van het woord, hebt Gij niet geaarzeld, als mijn promotor op te treden, toen ik U dit verzocht. Ik ben U daarvoor zeer dankbaar en het is mij een genoegen, U de verzekering te kunnen geven, dat de samenwerking met U, die een gevolg was van de samenstelling van dit proefschrift, maar ook de gemeenschappelijke arbeid, welke uit andere oorzaken was ontstaan, voor mij zeer leerrijk en zeer aangenaam waren. Mijne meening omtrent Uwe uitgebreide kennis werd daarbij bevestigd en daarnaast leerde ik de groote welwillendheid kennen, waarmee Gij Uwe bedenkingen ten opzichte van mijn arbeid tot uiting wist te brengen.

INLEIDING.

Toen in 1903 te Culemborg een Gezondheidscommissie werd gevestigd met een ambtsgebied, dat zich ook uitstrekt over vele Geldersche gemeenten tusschen Lek en Linge, over een groot deel dus van de Neder-Betuwe, was een harer eerste zorgen zich op de hoogte te stellen van de drinkwatervoorziening in die streek, waar typhus-gevallen regelmatig in te groot aantal voorkwamen, om niet bedacht te zijn op alle middelen ter verbetering.

Tengevolge van deze bemoeiingen zijn in den loop der jaren een aanzienlijk aantal zeer verschillende watermonsters onderzocht, waarvan de deugdelijkheid als drinkwater moest worden vastgesteld.

Nu is het algemeen bekend, dat dit — de beoordeeling van drinkwater — een van de moeilijkste vraagstukken der hygiene is, waarvan slechts dan eene goede oplossing kan worden gevonden, zoo daarbij gebruik wordt gemaakt van alle gegevens, welke ook maar eenigszins tot de vorming van eene juiste beslissing kunnen bijdragen.

Allereerst dient men zich daarbij door een onderzoek ter plaatse een helder inzicht te verwerven omtrent de goede of slechte eigenschappen van den watervang, daar vooral de kennis van de herkomst van het water, meer dan eenig ander gegeven, in staat stelt een bevredigend en wel gemotiveerd oordeel te vormen. Hierover bestaat bij de hygienisten geen verschil van meening.

Echter dient dit onderzoek zich niet alleen te bepalen tot de wijze, waarop een put is gebouwd of de diepte, waarop een nortonbuis is geslagen, noch tot de vraag of in de onmiddellijke nabijheid van de prise d'eau ook riolen of beerputten zijn te vinden. Dit alles is wel noodig maar niet voldoende, daar de

eigenschappen van het water in een rivier of sloot, een put of een geboorde bron niet alleen afhankelijk zijn van de allernaaste omgeving, maar ook van de geaardheid van de landstreek.

De term „locale inspectie" verkrijgt daardoor een nieuwe beteekenis, dieper gaande dan die, welke zoo juist werd aangeduid. Het zijn de hydrologie en de geologie van de streek, waaruit het water afkomstig is, welke zoodoende mede in de beoordeeling worden betrokken.

Evenwel, hoe overwegend ook de invloed mag zijn, die de plaatselijke omstandigheden — in den ruimsten zin genomen — mogen hebben bij de vorming van een oordeel, de scheikundige, maar bovenal de bacteriologische analyse kunnen niet worden gemist.

Zij vormen dikwijls niet alleen een zeer te waardeeren aanvulling der in loco verkregen kennis, doch moeten deze soms ook voor een deel vervangen, daar er gevallen zijn, waarbij de omstandigheden een nauwkeurig onderzoek van den put of de boorbuis of hunne verbinding met de pomp onmogelijk maken. Waarschijnlijk kan de verhouding het best worden aangegeven door het scheikundige en het bacteriologische onderzoek te beschouwen als gewichtige onderdeelen van dat ter plaatse.

Stelt men nu de vraag, wat van deze drieërlei gegevens — in verband met de beoordeeling van drinkwater — voor Nederland bekend is, dan vindt men, zoekende in de literatuur, zeer veel bijzonderheden op hydrologisch en geologisch gebied. Een groot aantal titels van geschriften, welke hierop betrekking hebben, zijn verzameld door *Versluijs* en *Steenhuis* [1]). Ook scheikundige analysen zijn in deze publicaties in groot aantal te vinden, maar met de resultaten van bacteriologische onderzoekingen is dit in veel mindere mate het geval.

Wel is er op dit gebied zeer verdienstelijk werk verricht door de bacteriologen van enkele der groote waterleidingen — Amsterdam en Rotterdam zijn met name te noemen — werk, dat zonder twijfel een zeer te waardeeren bijdrage vormt tot het bacterio-

---

[1]) *Versluijs* en *Steenhuis*, Hydrologische Bibliographie van Nederland, 1915, en idem Eerste Vervolg 1917.

logische onderzoek van het drinkwater, maar voor de beoordeeling daarvan in andere streken van ons land heeft het toch geen overwegende beteekenis.

Van meer belang zijn in dit opzicht de verslagen van het Centraal Laboratorium ten behoeve van het Staatstoezicht op de Volksgezondheid, daar zij uit den aard der zaak allerlei materiaal bevatten uit zeer verschillende gedeelten van Nederland, dat dikwijls weer in samenvattende beschouwingen wordt gegroepeerd. Naar deze verslagen zal dan ook meermalen worden verwezen.

Toch blijft ondanks de aangehaalde voorbeelden van het tegendeel het bij voorkeur scheikundige karakter van de over drinkwater gepubliceerde gegevens bestaan.

Dit behoeft geen verwondering te wekken ten opzichte van het water uit diepere aardlagen, waarvan in de eerstgenoemde geschriften in hoofdzaak sprake is. Dit is in den regel kiemarm, zoodat uitgebreide bacteriologische onderzoekingen weinig zin zouden hebben.

Anders staat dit met oppervlaktewater en dat uit ondiepe putten. Hygienisch zijn deze wel minder betrouwbaar, maar toch worden zij in ons land nog veelvuldig als drinkwater gebruikt. Zoo zijn voor vele waterleidingen [1]) rivieren of meren de prise d'eau, evenals voor de aanwonenden en de schipperij, zij het dan ook op kleiner schaal. Putten van geringe of ten minste niet groote diepte vindt men veel op het platteland en in kleine plaatsen, soms omdat de omstandigheden zich verzetten tegen het inrichten van betere middelen van drinkwatervoorziening, in andere gevallen uit onkunde b.v. ten opzichte van een doeltreffende behandeling van ijzerhoudend dieptewater. Wanneer van oppervlakte- of putwater wordt gebruik gemaakt, dan is het bacteriologische onderzoek van het grootste belang, al mag ook in dit geval de chemische analyse niet worden verwaarloosd.

Echter staat, zooals hierboven reeds werd opgemerkt, het bacteriologische vergelijkingsmateriaal, dat voor een juiste inter-

---

[1]) *Rijk* en *Van Rietschoten*, Statistiek Overzicht der Waterleidingen in Nederland over 1916.

pretatie van de resultaten van het onderzoek toch zoo noodig is, slechts in geringe mate ter beschikking. Nu werd deze leemte voor de Neder-Betuwe bijzonder sterk gevoeld, daar de gegevens over deze streek al zeer schaarsch waren, trouwens niet alleen in bacteriologisch, maar ook in chemisch opzicht. Naar aanleiding hiervan werden pogingen aangewend het ontbrekende aan te vullen, wat niet alleen van plaatselijk belang is te achten, zooals uit de volgende overwegingen moge blijken.

De landstreek, waarvan hier sprake is, wordt ten noorden begrensd door de Lek, wier water voornamelijk door kwel, maar soms ook door sluizen, in de polders komt. Voor een goede beoordeeling van het water in dit polderland wordt dus de kennis van de eigenschappen van dat uit deze rivier in de eerste plaats vereischt.

Maar het materiaal, dat met het boven omschreven doel is verzameld, heeft een meer algemeene waarde, daar het betrekking heeft op een der groote rivieren, die door een belangrijk en sterk bevolkt deel van ons land loopt. Zij dient als watervang voor de leiding te Krimpen a/d. Lek, terwijl verschillende bronwaterleidingen, b.v. die te Doorn en te Maarssen, haar zand op hare filters gebruiken, zoodat bacteriën uit de Lek in het buizennet van die plaatsen kunnen geraken. Hetzelfde geval doet zich te Culemborg voor, waarvan dan ook als voorbeeld zal worden gebruik gemaakt.

Bij de beschrijving van de Lek zullen tevens eenige mededeelingen worden gedaan over de Linge en over de verbinding tusschen beide: de Bisschopsgraaf.

Na de behandeling dezer oppervlaktewateren kan dat uit eenige diepboringen worden beschreven, waarbij de waterleiding van Culemborg ter sprake komt, terwijl tot slot eenig putten aan een nadere beschouwing kunnen worden onderworpen.

Deze indeeling geeft de beste gelegenheid den invloed der plaatselijke omstandigheden zooveel mogelijk op den voorgrond te brengen.

Bij de onderzoekingen, waarvan hier de gang met enkele woorden is weergegeven, werd gebruik gemaakt van scheikundige en bacteriologische methoden.

Ten opzichte van de eerste behoefde geen keuze te worden gedaan. Voor zooverre zij betrekking hebben op hetzelfde bestanddeel van het water, zijn hare onderlinge verschillen slechts gering en hygienisch niet van belang.

Wat echter de bacteriologische methodiek aangaat, deze is niet zoo eenvormig en over de beteekenis van de met haar verkregen resultaten zijn de onderzoekers het niet altijd eens.

De wensch, op grond van eigen proefneming, een oordeel in deze zaak te vormen, voerde tot een vergelijkende toepassing van enkele dezer methoden op de verschillende watersoorten. De mogelijkheid, dat de verkregen resultaten ook voor anderen van nut zouden kunnen zijn, moge een bespreking daarvan rechtvaardigen.

Practische overwegingen leidden er toe, de beschrijving van het drinkwater in de Neder-Betuwe op de beschouwingen over de bacteriologische methoden te doen volgen.

HOOFDSTUK I.

Het quantitatieve bacteriologische onderzoek.

Wanneer de bacteriologie te hulp wordt geroepen bij het onderzoek van drinkwater, dan ligt het voor de hand dit niet alleen te doen in qualitatieve, maar ook in quantitatieve richting.

Algemeen wordt dan ook het quantitatieve bacteriologische onderzoek toegepast, dat evenals de andere methoden ten doel heeft, zuiver water van onzuiver te onderscheiden.

In den regel geschiedt het „platentellen" op de wijze, welke ook in den Codex Alimentarius is aangegeven [1]).

Hierbij wordt gebruik gemaakt van alcalische bouillongelatine, die in gesmolten toestand wordt uitgegoten in een Petri-schaal, waarin van te voren een afgemeten hoeveelheid van het te onderzoeken water is gebracht. Nadat door zwenken een goede menging is verkregen, laat men de gelatine stollen, waarna de plaat bij 20°—22° wordt geplaatst. Na verloop van 48 uren worden de koloniën, welke zich in dien tijd hebben ontwikkeld, geteld met behulp van een loupe, waarvan de vergrooting ca. 3 bedraagt. Uit het gevonden cijfer wordt het aantal kiemen per c.M.^{3} berekend, waarbij wordt aangenomen, dat elke kolonie is ontstaan uit *één* bacterie.

De betrekkelijk meest juiste uitkomsten worden verkregen, wanneer bij het gebruik van de gewone Petri-schalen niet meer dan 200 koloniën per gelatineplaat zijn opgekomen. Zoo zich

---

[1]) Codex Alimentarius No. 3, Water, 2e druk, bl. 122.

een grooter aantal heeft ontwikkeld, hinderen de bacteriën elkaar door hunne stofwisselingsproducten.

Voor de telling kiest men steeds die platen, welke aan de bovenstaande voorwaarde voldoen.

Maar aan den anderen kant is het gewenscht de hoeveelheid water, waarmee de plaat wordt bedeeld, terwille der nauwkeurigheid, zoo groot te nemen als mogelijk is, zonder dat het aantal koloniën de 200 te boven gaat.

Voor het verkrijgen van vergelijkbare uitkomsten dient de methode steeds op dezelfde wijze te worden uitgevoerd.

Dit geldt niet alleen ten opzichte van de temperatuur, waarbij de platen worden bewaard, maar ook van de samenstelling van den voedingsbodem en het aantal dagen, dat tusschen het gieten der plaat en de telling der koloniën verloopt.

Tevens is de wijze van tellen van gewicht, daar met het ongewapende oog lagere cijfers worden gevonden dan bij het gebruik van een loupe; terwijl de microscoop, zooals te begrijpen is, de meeste koloniën doet onderkennen.

De invloed, welke het aantal dagen, waarop wordt geteld, en de samenstelling van den voedingsbodem uitoefenen, zal bij de volgende bespreking duidelijk genoeg blijken.

De vele voorschriften, welke bij het uitvoeren der tellingen in acht moeten worden genomen, geven wel den indruk, dat de quantitatieve methode als een zuiver conventioneele moet worden beschouwd. Zij is dit dan ook en hierbij kan dadelijk de opmerking worden gemaakt, dat zij ondanks een uniforme wijze van uitvoeren, toch quantitatief gesproken, niet meer is dan een ruwe schatting.

Dit is te wijten aan verschillende oorzaken.

In de eerste plaats is na twee dagen op de platen nog slechts een deel der koloniën tot ontwikkeling gekomen, zoodat op de volgende dagen het aantal daarvan steeds grooter wordt. Dit bezwaar zou slechts gering zijn te achten, zoo deze toename evenredig was met den tijd, wat echter niet het geval is, zooals duidelijk blijkt bij het beschouwen der graphische voorstellingen, — zie hieronder — die nagenoeg alleen gebroken lijnen te zien geven.

Gewoonlijk wordt aangenomen dat na zeven dagen het aantal koloniën niet meer vermeerdert; hoewel *Hesse* en *Niedner* [1]) deze ontwikkeling bij hun proeven eerst na drie weken afgeloopen achten; maar al kan met een week worden volstaan, dan nog verliest de methode door den langen tijd, welke zij vordert, wat zij aan nauwkeurigheid wint.

In Frankrijk heeft men de gewoonte eerst na twee weken te tellen, omdat men daar aanneemt, dat dan alle kweekbare soorten zijn uitgegroeid. Volgens *Rossi* zouden na 5 dagen slechts 50 % der aanwezige, kweekbare kiemen tot zichtbare koloniën zijn ontwikkeld [2]).

Maar in de tweede plaats komen op bouillongelatine bij 20°—22° vele bacteriën niet tot ontwikkeling. Dit is begrijpelijkerwijze het geval met de anaëroben, maar behalve deze zijn er ook nog andere.

Zoo noemen *Prescott* en *Winslow* [3]) de „prototrophen", dat zijn de organismen, die van nitrieten en ammoniak als stikstofbronnen gebruik maken, en die te gronde gaan in de met organische voedingsstoffen zoo rijk bedeelde bouillongelatine.

Deze term wordt niet gebruikt door *Kurth* [4]) die van „Brunnenbacteriën" spreekt — men kan deze ook waterbacteriën noemen — en daarmee microben bedoelt, die wel groeien op een alcalische voedingsbodem, die 10 % gelatine, 2 % pepton en ½ % keukenzout bevat, maar niet op bouillongelatine.

Op deze laatste daarentegen komen de „metatrophen" van *Prescott* en *Winslow* [5]) tot ontwikkeling, welke organismen vrijwel overeenkomen met de saprophytische waterbacteriën van *Eykman* [6]). Met beide termen worden de in het water thuisbehoorende organismen bedoeld, die van organischen afval leven.

---

[1]) *Hesse* en *Niedner*, Zeitschr. f. Hygiene u. Infectionskrankh. Bd. 53, 1906, bl. 259. Zie ook hetzelfde tijdschrift Bd. 29, bl. 454.

[2]) Zie *Sartory*, Guide pratique des principales manipulations bactériologiques, zonder jaartal, bl. 252 en
Courmont, Précis de Bactériologie, 1911, bl. 421.

[3]) *Prescott* en *Winslow*, Elements of Water Bacteriology, 1915, bl. 29.

[4]) *Kurth*, Z. f. Hygiene u. Infectionskh., Bd. 19, bl. 1.

[5]) *Prescott* en *Winslow*, bl. 2.

[6]) *Eykman*, Ph. W. 1913, 842.

Tracht men nu in de literatuur gegevens te vinden over de verhouding tusschen het aantal koloniën, dat op de bouillon-gelatine en op de peptongelatine van *Kurth* tot ontwikkeling komt, dan vindt men slechts enkele opgaven [1]) over dit onderwerp; *Kurth* zelf doet geen mededeelingen op dit punt.

Wel is er cijfermateriaal gepubliceerd met betrekking tot een anderen voedingsbodem, nl. die van *Hesse* en *Niedner*, welke naast 1 % agar ook 1 % Nährstoff-Heyden bevat, een praeparaat, dat in hoofdzaak uit albumosen bestaat. Deze bouillonvrije „*Hesse*-agar" geeft bij de telling wel hoogere cijfers, maar *Prall* [2]) heeft aangetoond, dat op een voedingsbodem, die behalve Nährstoff-Heyden, 0.75 % agar en 5 % gelatine bevat, nog meer koloniën tot ontwikkeling komen.

De vraag mag echter worden gedaan, wat men aan deze groote getallen heeft; m. a. w. wat men eigenlijk telt. Het antwoord ligt voor een deel besloten in hetgeen reeds werd medegedeeld. Het zijn dergelijke organismen als de waterbacteriën van *Kurth*, die in een met organische voedingsstoffen niet overladen milieu het best gedijen. Maar ook andere bacteriën, die tot de saprophyten van *Eykman* zijn te rekenen, zooals b.v. B. fluorescens liquefaciens, nemen met de bouillonvrije-gelatine genoegen.

Toch heeft het overgroote deel der koloniën op *Hesse*-agar en dergelijke voedingsbodems zijn ontstaan te danken aan bacteriën-soorten, welke uit hygienisch oogpunt geheel onbelangrijk zijn.

Zoo zeggen *Prescott* en *Winslow* dan ook [3]):

„It is obvious from all these facts that the effect of using the „Nährstoff medium is to increase disproportionately the bacterial „counts obtained from purer waters and thus to diminish the „difference in bacterial content between normal and contaminated „sources. The ordinary agar and gelatin media, on the other „hand, are adapted to the growth of intestinal and putrefactive „forms, and, therefore serve best the prime object of bacteriological „water examination."

---

[1]) *Prescott* en *Winslow*, bl. 43.

[2]) *Prall*, Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte, Bd. 18, 1902, bl. 436.

[3]) *Prescott* en *Winslow*, bl. 32.

Met de opmerking, dat de bouillongelatine geschikt is voor de „intestinal and putrefactive forms" is *Prall* [1]) het eens. Hij zegt, dat: „die in jauchehaltigem, also sehr verschmutztem Wasser „vorkommenden Keime auf fleischwasserhaltigem Nährboden besser „gedeihen als in den Nährböden mit den Heyden'schen Albumose."

De laatste aanhaling bevestigt de eerste, en beide leggen er den nadruk op, dat het hoofddoel van het bacteriologische onderzoek niet uit het oog mag worden verloren, ook niet terwille van quantitatieve overwegingen, en dit hoofddoel is het onderscheiden tusschen goed en slecht water.

Het streven behoeft dus niet te zijn *alle* kiemen op de platen tot ontwikkeling te brengen, maar die, waarin de hygienist het meeste belang stelt, „the group of the quickly growing, rich-food-loving sewage forms" [2]).

Bouillongelatine werkt dus electief en daarom is het te verwachten, dat het verschil tusschen het aantal koloniën, hetwelk zich ontwikkelt op een *bouillonvrijen* voedingsbodem, als die van *Kurth,* en op *bouillongelatine* niet steeds hetzelfde zal zijn. Min of meer verontreinigde wateren zullen daarbij geringer verschillen vertoonen dan zuivere.

Hier dient echter nog op een andere zaak te worden gewezen.

Men vindt in de literatuur ook mededeelingen over den invloed, dien het bewaren van het water uitoefent op de vermeerdering der bacteriën, een toename, die voornamelijk bij de waterbacteriën valt te constateeren.

Vele gegevens hierover zijn te vinden bij *Prescott* en *Winslow* [3]), die deze vraag voornamelijk behandelen in verband met het transport van watermonsters, maar de bedoelde invloed zal zich ook moeten doen gevoelen in het buizennet eener waterleiding, waarin het water op de tijden van minder verbruik ook stil staat, dus bewaard wordt [4]).

Het scheen wel van belang, de gevolgtrekkingen, die uit de

---

[1]) *Prall,* Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte, Bd. 18, 1902, bl. 436.
[2]) *Prescott* en *Winslow,* bl. 30.
[3]) Idem, bl. 50.
[4]) *Müller,* Archiv f. Hygiene, Bd. 38, 1900, Heft 4.

mededeelingen van anderen werden gemaakt, te toetsen aan eigen experimenten. Deze bestonden daarin, dat vergelijkende tellingen werden verricht, welke betrekking hadden op watermonsters van zeer verschillende herkomst, en wel met behulp van bouillongelatine, en van een voedingsbodem, volgens hetzelfde voorschrift bereid, maar waarbij de bouillon was vervangen door water uit de Lek. Dit laatste *bouillonvrije* medium zal in het vervolg *Lekwatergelatine* worden genoemd.

De resultaten van deze proefnemingen zullen hieronder worden besproken, maar eerst dient nog een andere factor te worden behandeld, die ook van beteekenis is voor de tellingen.

De factor, welke nog ter sprake moet komen, is de temperatuur.

De eigenschappen van de bouillongelatine laten niet toe, dezen voedingsbodem bij hooger temperatuur dan 22° te gebruiken. Daarboven zou de gelatine smelten of althans zeer week worden, waaraan ook onaangename gevolgen zijn verbonden. Op dergelijke half gesmolten gelatine groeit b.v. B. fluorescens liquefaciens zoo snel, dat de platen dikwijls binnen 48 uren geheel of grootendeels vervloeid zijn.

Eykman noemt nog een ander bezwaar tegen een hoogere temperatuur en wel de ongeschiktheid daarvan voor de ontwikkeling der saprophytische waterbacteriën [1]).

Deze opmerking is juist, maar voornamelijk van Engelschen en Amerikaanschen kant [2]) wordt aangevoerd, dat *deze* saprophyten door telling der bouillongelatineplaten voldoende tot hun recht komen, niet echter die „metatrophe" organismen, die door een half-parasitaire, half-saprophytische levenswijze zich beter ontwikkelen bij hoogere temperatuur, met name bij 37°, terwijl juist aan het voorkomen van *deze* bacteriën een groote hygienische beteekenis moet worden toegeschreven, men denke slechts aan B. coli. Het mag dus van belang worden geacht bij de beoordeeling van drinkwater, ook te zijn ingelicht omtrent het aantal, waarin deze metatrophe micro-organismen in het water voorkomen.

---

[1]) *Eykman*, t. a. p.

[2]) *Prescott* en *Winslow*, bl. 61.

Men tracht nu het in deze richting verlangde inzicht te verkrijgen door het kweeken bij 37°, waarbij dan de bouillongelatine moet worden vervangen door bouillonagar.

Bij de genoemde temperatuur gedijen de „saprophyten" niet meer, wel de „half-parasieten", die, door de eerste niet meer in hun ontwikkeling gehinderd, de gelegenheid krijgen, zich in hun volle aantal op de platen in den vorm van koloniën te vertoonen.

Naast de electieve werking van den bouillon komt nu ook nog die van de temperatuur, zoodat het aantal koloniën, hetwelk op den bouillonagar bij 37° tot ontwikkeling komt, in het algemeen kleiner zal zijn, dan dat, wat op bouillongelatine wordt gevonden.

Daar vervuilde wateren echter weer meer thermophilen zullen bevatten dan zuivere, zal bij de laatste het bovenbedoelde verschil weer grooter zijn dan bij de eerste.

Ook over deze verhoudingen geven *Prescott* en *Winslow* veel cijfermateriaal, maar de Engelsche en Amerikaansche onderzoekers tellen de bij 37° bewaarde bouillonagarplaten reeds na 24 uren, in plaats van na 48 uren, zooals bij de bouillongelatineplaten gebruikelijk is. De eenige motiveering, welke voor deze handelwijze wordt aangevoerd, is de winst aan tijd. Dit argument is niet bijzonder krachtig. In de eerste plaats niet, omdat juist van Amerikaansche zijde het gebruik zoowel van bouillonagar bij 37°, als van bouillongelatine-platen wordt aanbevolen, en deze laatste eerst na 48 uren worden geteld. En in de tweede plaats niet, omdat na den eersten dag het aantal koloniën nog sterk kan toenemen, en dus ook geen quantitatieve overwegingen tot het beeindigen van de telling aanleiding kunnen geven.

Om tot een juiste beoordeeling te geraken van de waarde van de telling bij 37°, een uitdrukking, die kortheidshalve wel mag worden gebruikt, dienden bepalingen te worden verricht ook weer in vergelijking met bouillongelatine, evenals dit bij de Lekwatergelatine het geval was.

Naast de twee genoemde vergelijkingen: bouillongelatine met Lekwatergelatine en de eerste voedingsbodem met bouillonagar bij 37°, dient nog een derde te worden geplaatst, nl. die tusschen bouillonagar bij 20° en bouillongelatine.

Hierdoor wordt de vraag beantwoord, in hoeverre het gebruik van agar of van gelatine als „vormgevend middel" in den bouillon, de oorzaak kan zijn van verschillende uitkomsten. Mocht het blijken, dat de resultaten met de beide voedingsbodems verkregen slechts geringe of tenminste constante verschillen vertoonen, dan zou de bouillonagar bij 20° gebruikt kunnen worden voor de watersoorten, waarin de vervloeiende bacteriën in die mate aanwezig zijn, dat zij een eenigszins nauwkeurige telling verijdelen, een toestand, die meermalen bij putten werd aangetroffen.

De vergelijkende Tellingen.

In het bovenstaande is getracht een verklaring te geven van het doel der proeven, waarvan de uitkomsten hieronder zijn vermeld.

Niet altijd gelukte het de serie der vier cultuurmedia in haar geheel te verkrijgen, evenmin was het mogelijk de tellingen steeds tot op den 7en dag voort te zetten. Soms mislukte een plaat, soms vervloeide de gelatine of versluierde de agar. Het ontbreken van de cijfers op sommige plaatsen is aan dergelijke oorzaken toe te schrijven.

De getallen, die voor elken dag en voor ieder milieu zijn opgegeven, zijn het gemiddelde van de tellingen op twee platen.

Bij elke proef is de hoeveelheid water aangegeven, waarmee één plaat werd geënt, evenals de temperatuur van het water bij de monstername.

De tweede, de derde dag enz. beteekent 48 uren, 72 uren enz. na het gieten der platen. Deze tweede of derde dag wordt in de volgende bladzijden ook wel de tweede of derde „teldag" genoemd.

De graphische voorstellingen geven behalve de „teldagen" het werkelijke aantal der koloniën aan, dat op de platen werd geteld, terwijl de beteekenis der lijnen de volgende is:

A = de lijn die betrekking heeft op de bouillongelatine.
B = „ „ „ „ „ „ „ Lekwatergelatine.
C = „ „ „ „ „ „ den bouillonagar bij 20°.
D = „ „ „ „ „ „ „ bouillonagar bij 37°.

Na deze voorafgaande algemeene opmerkingen mogen dan in de eerste plaats de tellingen worden behandeld, welke op het water uit de Lek betrekking hebben.

Water uit de Lek. Monstername van 23 Mei 1917.
Temperatuur van het water 18°.5. Stand van de rivier: 3.50 M. + A.P.
Hoeveelheid water per plaat: $^1/_{100}$ *c.m*^{3}.

	Aantal koloniën op den					
	2den	3den	4den	5den	6den	7den dag
A. Bouillongelatine	27	36	57	78	107	126
B. Lekwatergelatine . . .	8	21	33	76	114	115

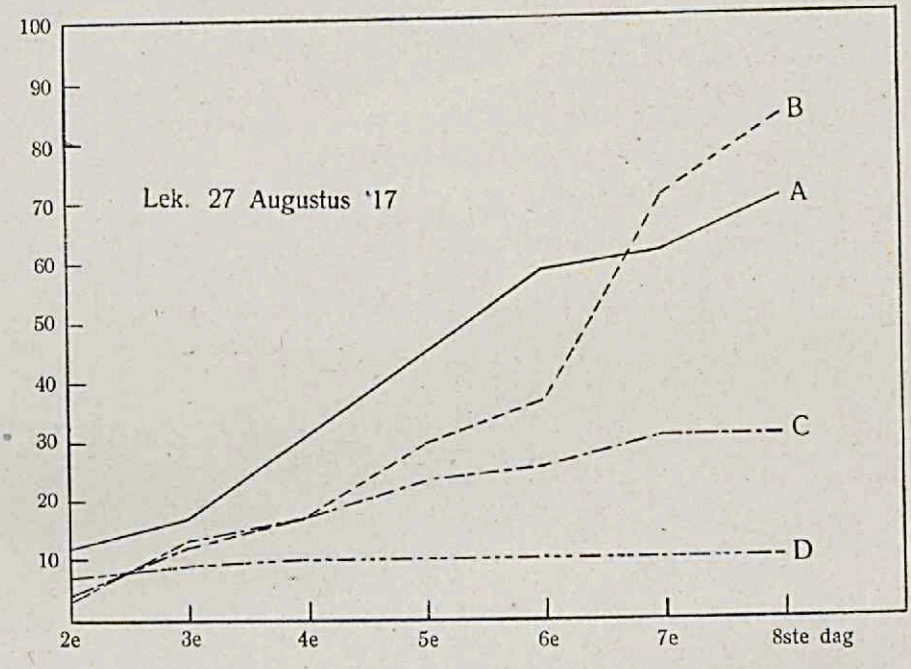
Ter berekening van het aantal bacteriën per c.m^3. water, dienen de cijfers der tabel te worden vermenigvuldigd met *100*. Het aantal koloniën op bouillongelatine op den 2den dag wordt dan *2700*.

Water uit de Lek. Monstername van 27 Augustus 1917.
Temperatuur van het water 19°.5. Stand van de rivier: 2.90 M. + A.P.
Hoeveelheid water per plaat: $^1/_{100}$ *c.m*^{3}.

	Aantal koloniën op den						
	2den	3den	4den	5den	6den	7den	8sten dag
A. Bouillongelatine . .	12	17	31	44	58	61	70
B. Lekwatergelatine .	4	12	17	29	36	70	83
C. Bouillonagar 20° .	3	13	17	23	25	30	30
D. Bouillonagar 37° .	7	9	10	10	10	10	10

Ter berekening van het aantal bacteriën per c.m^3. water, dienen

de cijfers der tabel te worden vermenigvuldigd met 100. Het aantal koloniën op bouillongelatine op den 2den dag wordt dan *1200.*



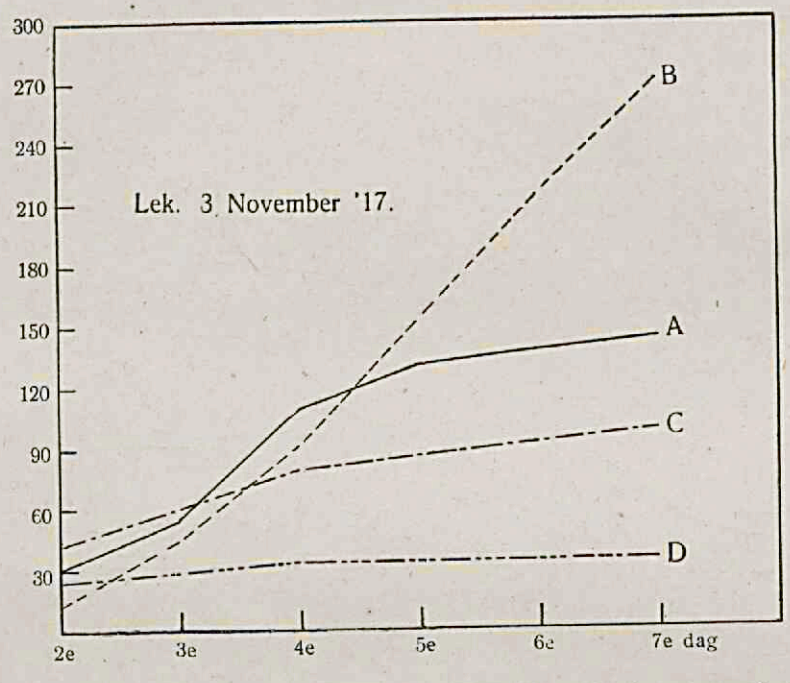
Lijn A = bouillongelatine. Lijn B = Lekwatergelatine.
Lijn C = bouillonagar 20°. Lijn D = bouillonagar 37°.

Water uit de Lek. Monstername van 3 November 1917.
Temperatuur van het water 9°. Stand van de rivier: 3.80 M. + A.P.
Hoeveelheid water per plaat: $^1/_{100}$ *c.m*³.

	Aantal koloniën op den					
	2den	3den	4den	5den	6den	7den dag
A. Bouillongelatine	30	55	108	130	136	140
B. Lekwatergelatine . . .	14	46	89	142	215	270
C. Bouillonagar 20° . . .	44	60	77	84	90	96
D. Bouillonagar 37° . . .	23	30	34	34	34	34

Ter berekening van het aantal bacteriën per c.m³. water, dienen de cijfers der tabel te worden vermenigvuldigd met *100.*

Het aantal koloniën op bouillongelatine op den 2den dag wordt dan *3000*.



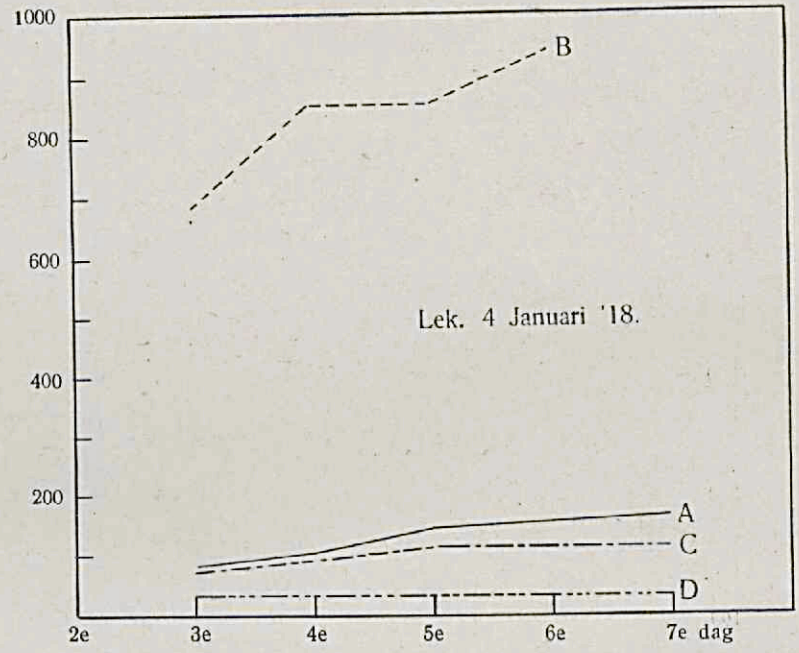
Lijn A = bouillongelatine. Lijn B = Lekwatergelatine.
Lijn C = bouillonagar 20°. Lijn D = bouillonagar 37°.

Water uit de Lek. Monstername van 4 Januari 1918.
Temperatuur van het water 0°.5. Stand van de rivier: 1.6 M. + A.P.
Hoeveelheid water per plaat: $^1/_{100}$ *c.m*³.

	Aantal koloniën op den					
	2den	3den	4den	5den	6den	7den dag
A. Bouillongelatine	—	78	102	138	147	157
B. Lekwatergelatine . . .	—	675	850	850	940	—
C. Bouillonagar 20° . . .	—	68	90	110	110	110
D. Bouillonagar 37° . . .	—	30	30	30	30	30

Ter berekening van het aantal bacteriën per c.m³. water, dienen de cijfers der tabel te worden vermenigvuldigd met *100*.

Het aantal koloniën op bouillongelatine op den 3den dag wordt dan *7800*.



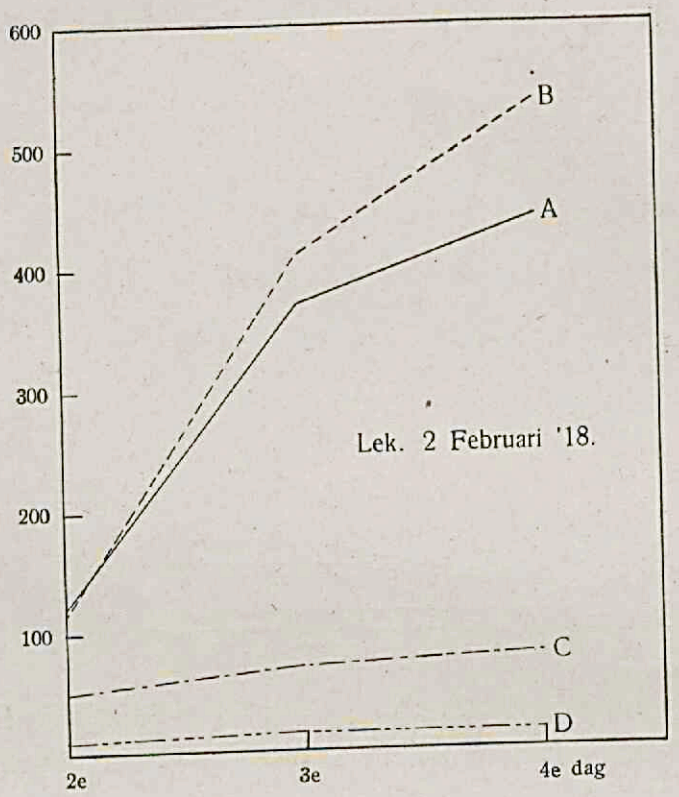
Lijn A = bouillongelatine. Lijn B = Lekwatergelatine.
Lijn C = bouillonagar 20°. Lijn D = bouillonagar 37°.

Water uit de Lek. Monstername van 2 Februari 1918.
Temperatuur van het water 8°.5. Stand van de rivier: 3.47 M. + A.P.
Hoeveelheid water per plaat: $^1/_{100}$ *c.m*³.

	Aantal koloniën op den					
	2den	3den	4den	5den	6den	7den dag
A. Bouillongelatine	122	372	443			
B. Lekwatergelatine . . .	113	410	535			
C. Bouillonagar 20° . . .	51	68	76			
D. Bouillonagar 37° . . .	10	14	15			

Ter berekening van het aantal bacteriën per c.m³. water dienen de cijfers der tabel te worden vermenigvuldigd met *100*.

Het aantal koloniën op bouillongelatine op den 2den dag wordt dan *12200.*



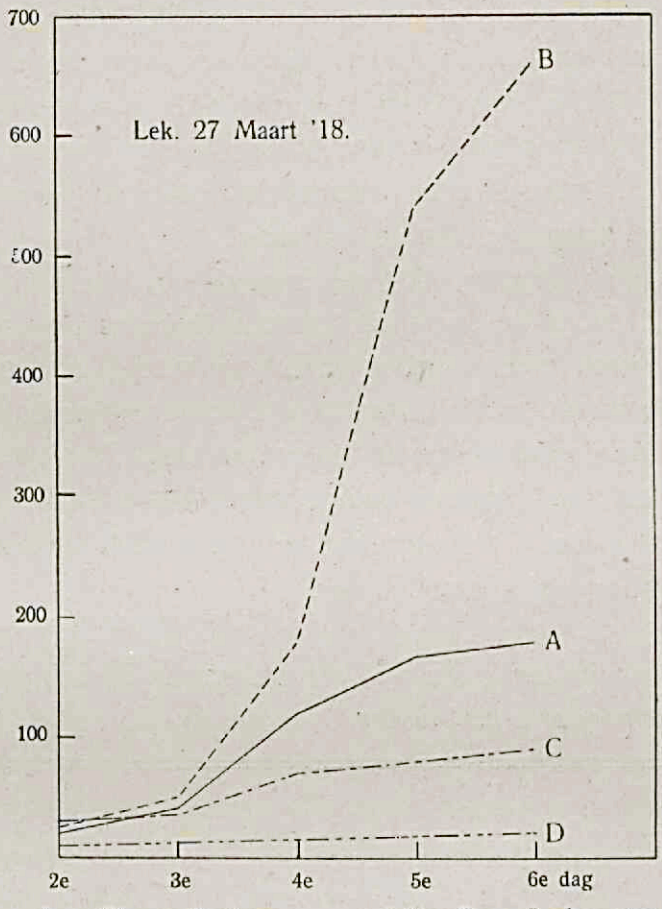
Lijn A = bouillongelatine. Lijn B = Lekwatergelatine.
Lijn C = bouillonagar 20°. Lijn D = bouillonagar 37°.

Water uit de Lek. Monstername van 27 Maart 1918.
Temperatuur van het water 7°.5. Stand van de rivier: 1.77 M. + A.P.
Hoeveelheid water per plaat: $^1/_{100}$ $c.m^3$.

	Aantal koloniën op den					
	2den	3den	4den	5den	6den	7den dag
A. Bouillongelatine	20	44	120	170	180	
B. Lekwatergelatine . . .	26	50	180	540	660	
C. Bouillonagar 20° . . .	30	39	70	80	92	
D. Bouillonagar 37° . . .	9	11	14	18	19	

Ter berekening van het aantal bacteriën per c.m³. water dienen de cijfers der tabel te worden vermenigvuldigd met *100*.

Het aantal koloniën op bouillongelatine op den 2den dag wordt dan *2000*.



Lijn A = bouillongelatine. Lijn B = Lekwatergelatine.
Lijn C = bouillonagar 20°. Lijn D = bouillonagar 37°.

Bij het beschouwen van deze tellingen en graphische voorstellingen, kan men uitgaan van de gegevens der bouillongelatine, om daarmee die der andere voedingsbodems te vergelijken.

In de eerste plaats komt dan de Lekwatergelatine aan de beurt.

Op den tweeden dag is het aantal koloniën op de bouillongelatine gewoonlijk hooger dan op de Lekwatergelatine; dit is echter niet het geval op den 27sten Maart en ook op den 4den Januari zal dit vermoedelijk niet zoo zijn geweest; echter kon op den hierbij behoorenden 2den dag de telling niet worden verricht.

Vergelijkt men de getallen en de lijnen ook op den derden en de latere dagen, dan komt de Lekwatergelatine in de meerderheid, al geschiedt dit niet steeds op denzelfden teldag. Zeer eigenaardig is de verhouding op den 4den Januari.

In de eerste dagen van die maand was de rivier bedekt met drijfijs en het water had een daarmee overeenkomende lage temperatuur (0.°5). Vermoedelijk waren deze omstandigheden bijzonder geschikt voor die soorten, welke *Kurth* [1]) onder de waterbacteriën zou rangschikken; want de B-lijn, die van de Lekwatergelatine, loopt verbazend omhoog.

Men kan niet zeggen, dat de aangegeven „winter toestand" van de rivier voor de saprophyten van *Eykman* ongeschikt was, want deze waren ook in groot aantal aanwezig, wat mag blijken uit de onderstaande tabel, waarin het aantal koloniën, welke op bouillongelatine werden gevonden, voor den 2den en 3den dag der verschillende tellingen is aangegeven. De werkelijk gevonden cijfers zijn alle met 100 vermenigvuldigd, zoodat de opgaven betrekking hebben op 1 c.m³. water.

Aantal koloniën gekweekt uit water uit de Lek op bouillongelatine per c.m³. water.

Datum	2den dag	3den dag
23 Mei 1917	2700	3600
27 Augustus 1917	1200	1700
3 November 1917	3000	5500
4 Januari 1918		7800
2 Februari 1918	12200	37200
27 Maart 1918	2000	4400
Gemiddeld	**4220**	**10033**

De tabel illustreert duidelijk het verschil tusschen de zomer- en de wintermaanden, zooals dit ook bij andere onderzoekingen is

[1]) *Kurth*, Z. f. Hygiene u. Infectionskh., Bd. 19, bl. 1.

geconstateerd [1]). In den winter is het aantal bacteriën hooger, niettegenstaande de lage temperatuur, omdat in de donkere maanden de bactericide werking van het zonlicht ontbreekt en bovendien de bacteriën-etende plankton-organismen niet aanwezig zijn.

Wat echter de eerste maanden van het jaar, Februari en Maart betreft, dient ook te worden gedacht aan den invloed van vuile sneeuwmassa's, welke in die maanden smelten langs den Rijn en de zijrivieren. Het sneeuwwater met het regenwater, dat in dien tijd ook meestal overvloedig is, voeren aan de rivier velerlei stoffen toe, die een vermeerdering van het aantal bacteriën tengevolge kunnen hebben.

Ook de beweging waarin het water der rivier geraakt bij sterk wisselende waterstanden, zooals ook in de eerste maanden van 1918 werden waargenomen, kan van invloed zijn door de vermeerdering der zwevende stoffen, met vergrooting van het aantal bacteriën als gevolg. Men ziet in den nawinter dikwijls „dik" water.

Maar het relatief en absoluut zoo hooge cijfer der waterbacteriën — de B-lijn in de teekening — op den 4den Januari moet toch mede worden verklaard, door ook aan de temperatuur een rol toe te kennen. Deze organismen schijnen uitstekend tegen den lagen warmtegraad bestand te zijn. In de koudere maanden gaan de B-lijnen op de teekeningen in het algemeen hooger dan in de zomermaanden, ten opzichte van de A-lijnen, die op de bouillongelatine betrekking hebben.

Echter zou de opmerking kunnen worden gemaakt, dat de enorme toename der waterbacteriën, der „frigophilen" in het water der Lek bij ijsgang misschien aan toevallige omstandigheden is te wijten, b.v. aan den zeer lagen stand der rivier. Dit wordt evenwel minder waarschijnlijk, zoo men ter vergelijking de volgende telling beschouwt, die betrekking heeft op het water der Linge, ook bij ijsgang geschept.

---

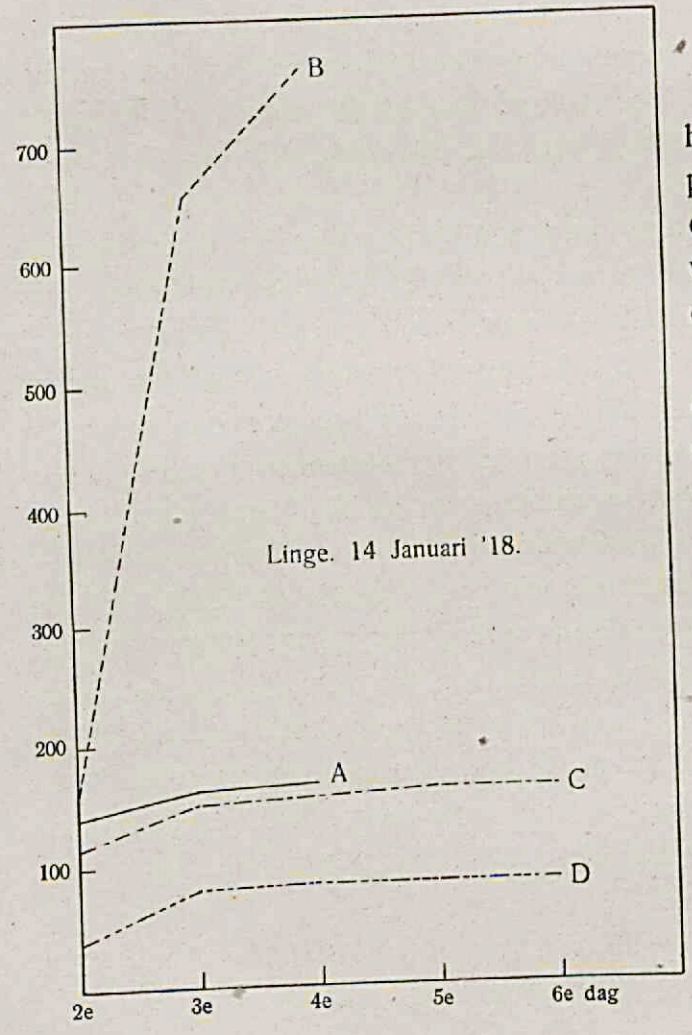
[1]) Verslag 1916 van het Centraal Laboratorium, bl. 81.

Water uit de Linge bij Geldermalsen. Monstername 14 Januari 1918.

Temperatuur van het water 0°.5. Stand van de rivier: hooger dan gewoonlijk.

Hoeveelheid water per plaat: 1/200 c.m³.

	Aantal koloniën op den				
	2den	3den	4den	5den	6den dag
A. Bouillongelatine	140	164	165		
B. Lekwatergelatine	165	655	760		
C. Bouillonagar 20°	116	150	158	164	164
D. Bouillonagar 37°	47	76	78	78	78



Ter berekening van het aantal bacteriën per c.m³. water dienen de cijfers der tabel te worden vermenigvuldigd met *200*.

Het aantal koloniën op bouillongelatine op den 2den dag wordt dan *28000*.

Lijn A = bouillongelatine.

Lijn B = Lekwatergelatine.

Lijn C = bouillonagar 20°.

Lijn D = bouillonagar 37°.

De teekening is treffend gelijk aan die, behoorende bij de telling in het water van de Lek op den 4den Januari. Toen was deze rivier zeer laag, terwijl de Linge op den 14den Januari hoog stond. De stand der rivier schijnt dus de verklaring van de „hooge" lijn der waterbacteriën niet te kunnen geven. Deze zal wel vooral moeten worden gezocht in de lage temperatuur.

Vergelijkt men nu de telling van den 27sten Augustus van de bacteriën in het water der Lek met de Januari-telling, dan is de verhouding tusschen de bouillon- en de Lekwatergelatine een geheel andere. De A-lijn wordt eerst op den 7den dag door de B-lijn gesneden, in dien zin dat de laatste hooger gaat. De zomertemperatuur heeft andere soorten, de „rich food loving", naar voren gebracht. Deze zelfde toestand bestond al in Mei, maar ook toen was het zomer, ook wat de temperatuur van het water betreft. In Februari en Maart krijgt de Lekwatergelatine-lijn reeds spoedig een sterkere stijging dan de lijn van de bouillongelatine, terwijl dit in November eerst den 4den dag geschiedt. Dit kan toeval zijn, maar misschien is de verklaring ook daarin te zoeken, dat de vorst zijn invloed nog niet op de bacteriën-flora der rivier had doen gelden.

Maar meer dan een gissing is dit eigenlijk ook niet, daar het water van de stadsgracht van Culemborg op den 8sten September wel is waar na eenige dagen stroomenden regen, maar toch nog volop in den zomer en bij een temperatuur van 20° de volgende resultaten gaf.

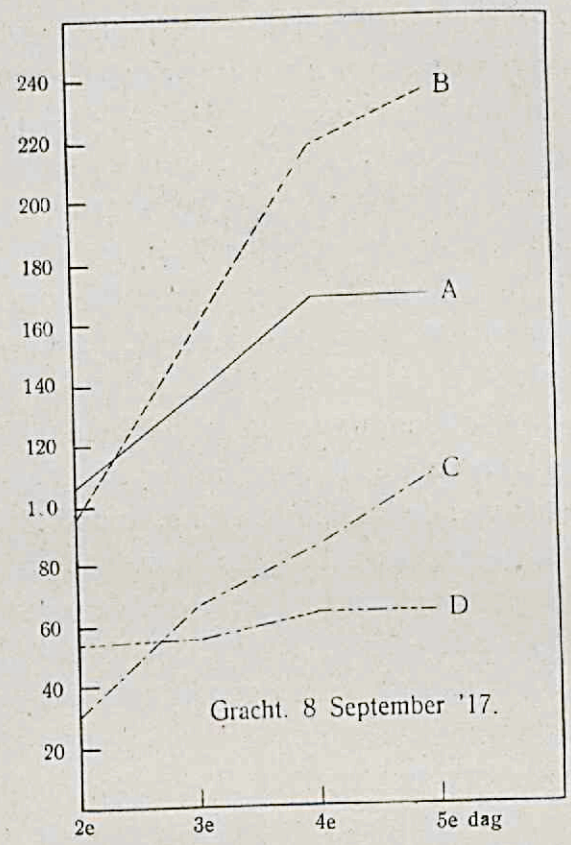
Water uit de Stadsgracht te Culemborg bij de Gasfabriek [1]).
Monstername 8 September 1917.
Temperatuur van het water: 20°.
Hoeveelheid water per plaat: $^1/_{20}$ *c.m*^{3}.

	Aantal koloniën op den				
	2den	3den	4den	5den	6den dag
A. Bouillongelatine	107	136	168	168	
B. Lekwatergelatine	97	160	218	235	
C. Bouillonagar 20°	31	67	86	111	
D. Bouillonagar 37°	54	56	63	64	

[1]) De plaats der monstername is op het voor hoofdstuk III geplaatste schetskaartje met „G" aangegeven.

Ter berekening van het aantal bacteriën per c.m³. water dienen de cijfers der tabel te worden vermenigvuldigd met *20.*

Het aantal koloniën op bouillongelatine op den 2den dag wordt dan *2140.*



Lijn A = bouillongelatine. Lijn B = Lekwatergelatine.
Lijn C = bouillonagar 20°. Lijn D = bouillonagar 37°.

Hier is de Lekwatergelatine duidelijk in de meerderheid bij zomersche toestanden. De temperatuur schijnt dus voor de waterbacteriën niet de eenige factor van belang te kunnen worden geacht.

De bovenstaande beschouwingen hebben betrekking op oppervlaktewater, waarvoor in hoofdzaak de jaargetijden van beteekenis zijn. Dit is niet, of tenminste in veel mindere mate, het geval met de putten die nu aan de beurt komen. De waarnemingen, welke ten opzichte van een drietal hiervan werden verricht zullen eerst worden medegedeeld, waarna de bespreking der resultaten kan volgen.

Water uit een put aan de Markt.

Monster van *30 October 1917.* Monstername na ca. ½ uur matig pompen.

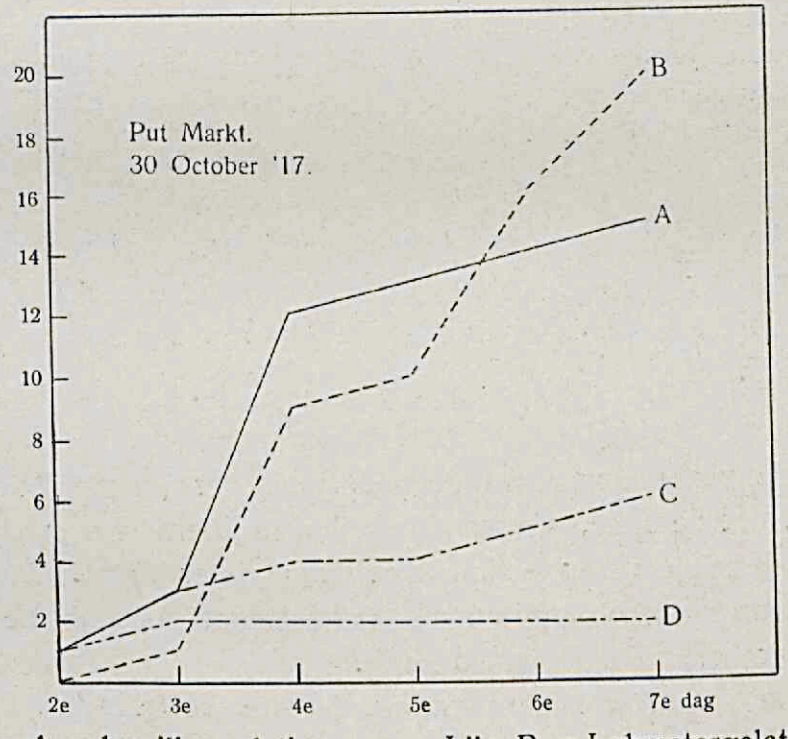
Temperatuur van het water 12°.

Hoeveelheid water per plaat: *1/500 c.m³.*

	Aantal koloniën op den					
	2den	3den	4den	5den	6den	7den dag
A. Bouillongelatine	1	3	12	13	14	15
B. Lekwatergelatine . . .	0	1	9	10	16	20
C. Bouillonagar 20° . . .	1	3	4	4	5	6
D. Bouillonagar 37° . . .	1	2	2	2	2	2

Ter berekening van het aantal bacteriën per c.m³. water dienen de cijfers der tabel te worden vermenigvuldigd met *500.*

Het aantal koloniën op bouillongelatine op den 2den dag wordt dan *500.*



Lijn A = bouillongelatine. Lijn B = Lekwatergelatine.

Lijn C = bouillonagar 20°. Lijn D = bouillonagar 37°.

De telling zou meer sprekende cijfers hebben opgeleverd, wanneer in plaats van 1/500 c.m³., evenals bij de meeste andere bepalingen 1/100 c.m³. was gebruikt. Met deze laatste hoeveelheid werd echter op den 20sten October een proef genomen, die veel te hooge cijfers gaf. Vandaar het latere gebruik van 1/500 c.m³., waarmee echter weer iets te lage getallen werden verkregen.

Water uit een put aan de Zandstraat.
Monster van *13 October 1917.* Monstername na ca. ½ uur matig pompen.
Temperatuur van het water 11°.5.
Hoeveelheid water per plaat: $^1/_{100}$ *c.m³.*

	Aantal koloniën op den					
	2den	3den	4den	5den	6den	7den dag
A. Bouillongelatine	15	20	29	34	57	70
B. Lekwatergelatine . . .	8	19	30	39	44	64
C. Bouillonagar 20° . . .	10	13	24	30	30	31
D. Bouillonagar 37° . . .	8	9	10	10	10	11

Ter berekening van het aantal bacteriën per c.m³. water dienen de cijfers der tabel te worden vermenigvuldigd met *100.*

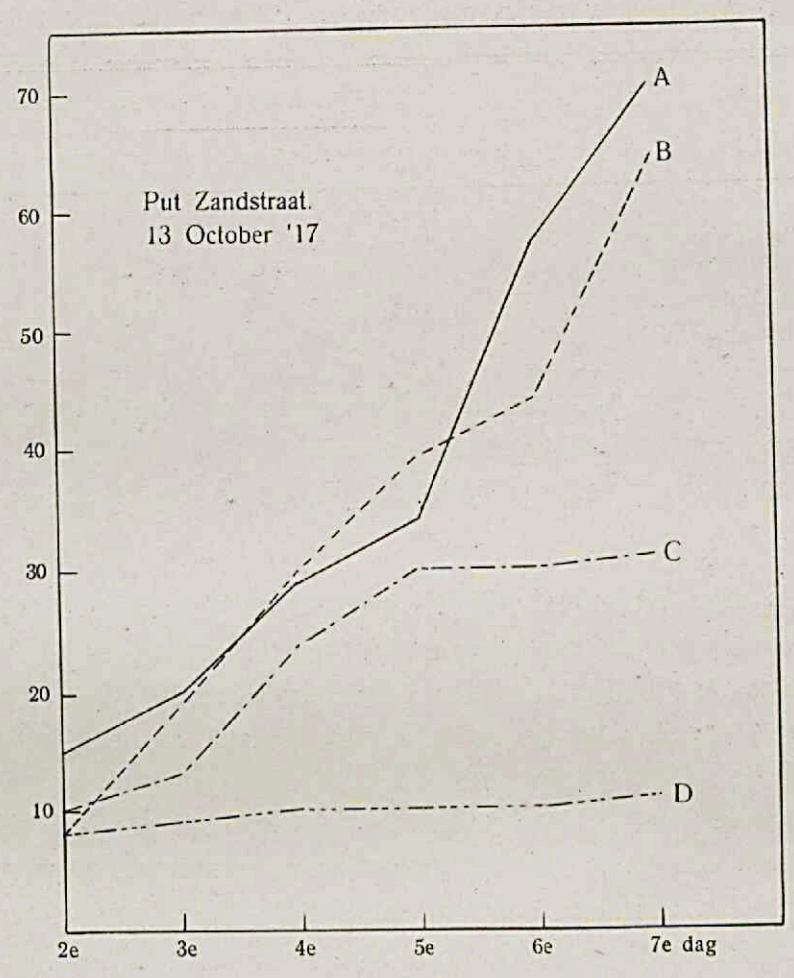
Het aantal koloniën op bouillongelatine op den 2den dag wordt dan *1500.*

Bij de bespreking van het onderzoek der schachtputten zal blijken, dat de twee, waarvan de tellingen hierboven zijn weergegeven, zeker verontreinigd zijn. Hun water komt bij de bepaling van het „colititer" vrijwel overeen met dat uit de Lek. (Zie over het colititer Hoofdstuk II).

En nu is het wel merkwaardig, dat ook de tellingen, wat de verhouding van de verschillende voedingsbodems betreft, groote overeenstemming vertoonen met die, welke op het water uit de

Lek vóór den winter betrekking hebben, wat vooral uit de graphische voorstellingen duidelijk blijkt.

Ook deze ondiepe putten herbergen dus relatief vele „intestinal and putrefactive forms".



Lijn A = bouillongelatine. Lijn B = Lekwatergelatine.
Lijn C = bouillonagar 20°. Lijn D = bouillonagar 37°.

Geheel anders loopen de lijnen bij een put aan den Oostersingel. De verhouding is daar zoo eigenaardig, dat de graphische voorstelling alleen de lijnen voor bouillon- en Lekwatergelatine geeft, daar de tellingen op bouillonagar, zoowel bij 20° als bij 37° zoo laag liggen, dat zij moeilijk in teekening waren te brengen.

Water uit een put aan den Oostersingel.
Monster van *11 Februari 1918*. Monstername na ca. ½ uur matig pompen.
Temperatuur van het water 8°.5.
Hoeveelheid water per plaat: $^1/_{10}$ *c.m*³.

	Aantal koloniën op den				
	2den	3den	4den	5den	6den dag
A. Bouillongelatine	4	5	22	26	32
B. Lekwatergelatine	3	116	484	703	707
C. Bouillonagar 20°	2	4	5	5	5
D. Bouillonagar 37°	0	1	1	1	1

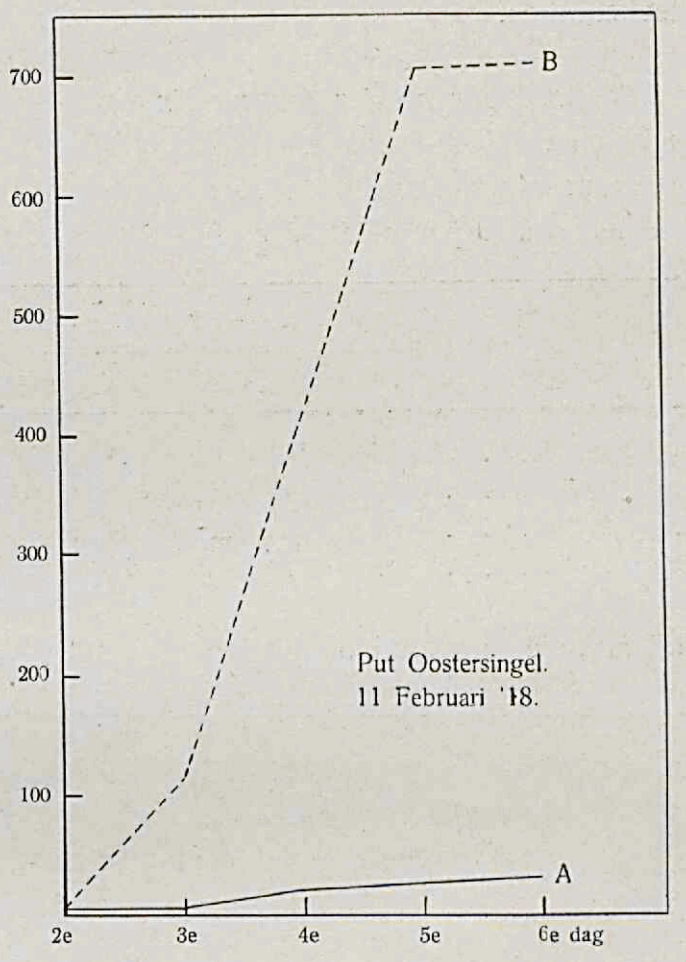
Ter berekening van het aantal bacteriën per c.m³. water dienen de cijfers der tabel te worden vermenigvuldigd met *10*.
Het aantal koloniën op bouillongelatine op den 2den dag wordt dan *40*.

Zooals later nader zal blijken, geeft deze put aan den Oostersingel een bijzonder zuiver water. Het aantal koloniën op bouillongelatine is ook gering. Op den 2den dag bedraagt dit slechts *40 per c.m*³., terwijl voor de beide andere putten respectievelijk de cijfers *500* en *1500* werden gevonden. In deze zuivere put zijn de waterbacteriën ver in de meerderheid. Men is geneigd hier te denken aan het effect dat het bewaren van water heeft, waarover reeds in den aanvang van dit hoofdstuk werd gesproken, en waarop ook wordt gewezen door Müller [1]), waar hij schrijft over stagneerend en „loopend" leidingwater.

Deze zelfde invloed zal dan ook bemerkbaar moeten zijn bij het water uit de leiding te Culemborg. Zooals zal blijken, is dit ook inderdaad het geval. De monsters leidingwater, welke werden onderzocht, waren genomen uit een kraan in het laboratorium na ruim een uur spuien. Er mag dus wel worden aangenomen dat het water in de huisleiding herhaalde malen was ververscht zoodat de tellingen betrekking hebben op het water der straatleiding.

[1]) *Müller*, Archiv f. Hygiene, Bd. 38, 1900, Heft 4.

Bij het onderzoek zijn zoowel op den 16den Augustus als op den 5den Maart de waterbacteriën in grooter aantal aanwezig dan de bouillongelatine-bacteriën. Bijzonder sterk spreekt dit in de



Lijn A = bouillongelatine. Lijn B = Lekwatergelatine.
Lijn C = bouillonagar 20°. Lijn D = bouillonagar 37°.

teekening, welke op den eersten datum betrekking heeft, waarin de B-lijn loodrecht naar boven gaat.

Tellingen van den 2den en den 23sten Juni 1917 geven in teekening geheel hetzelfde beeld als dat van den eerstgenoemden datum.

De teekening, die op de telling van den 5den Maart betrekking heeft, is niet zoo karakteristiek. Hier begint de stijging van de Lekwatergelatine-lijn eerst op den 4den dag, terwijl op de bouillon-

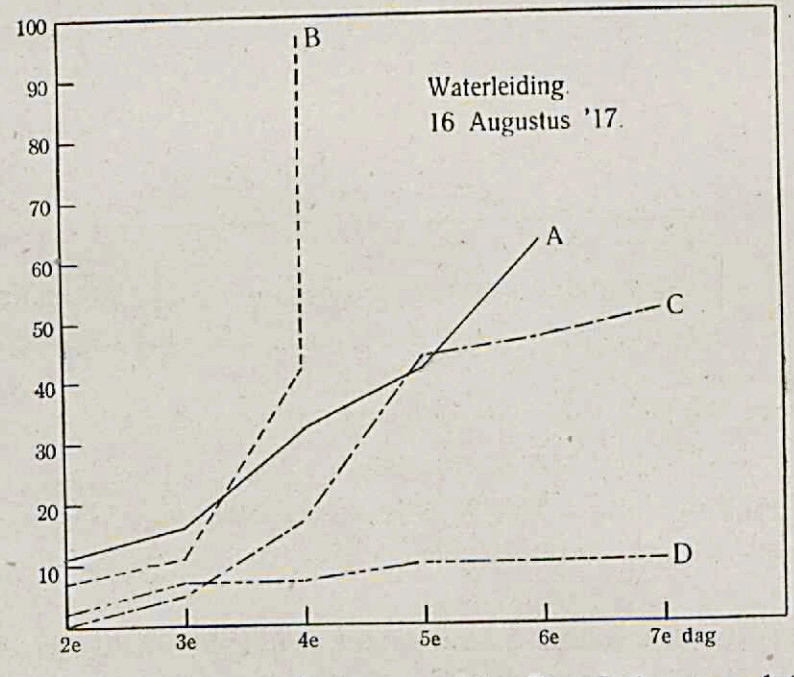
gelatine de eerste koloniën zich pas op den 5den dag vertoonen, en die op bouillonagar bij 37° geheel ontbreken.

Een en ander wordt nog nader toegelicht door de onderstaande cijfers en teekeningen.

Water uit een tapkraan der waterleiding.
Monstername: *16 Augustus 1917.*
Temperatuur van het water: 17°.
Hoeveelheid water per plaat: *1 c.m³.*

	Aantal koloniën op den					
	2den	3den	4den	5den	6den	7den dag
A. Bouillongelatine	11	16	32	42	64	
B. Lekwatergelatine . . .	7	11	42	Ontelbaar vele		
C. Bouillonagar 20° . . .	0	5	17	44	47	51
D. Bouillonagar 37° . . .	2	7	7	10	10	10

Het aantal koloniën op bouillongelatine op den 2den dag is *11.*

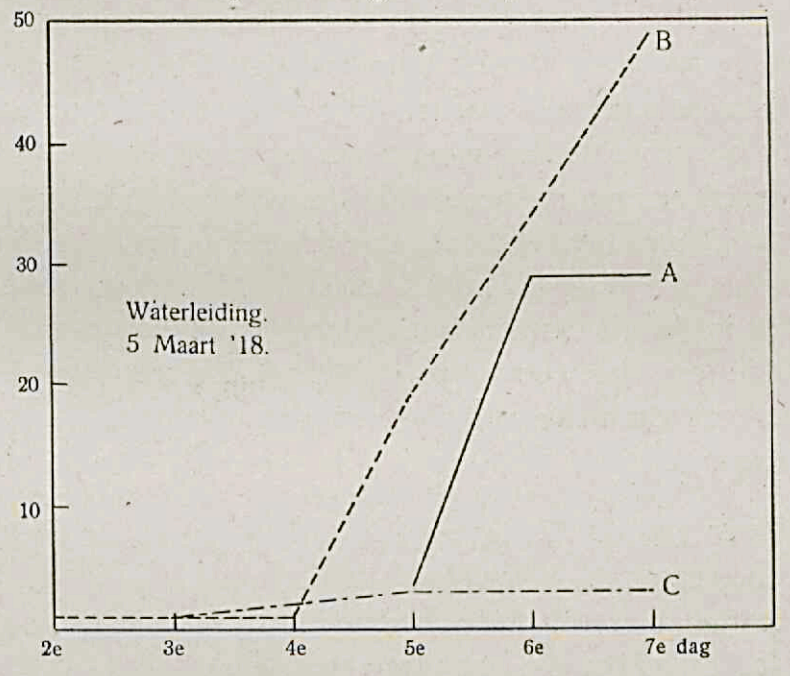


Lijn A = bouillongelatine. Lijn B = Lekwatergelatine.
Lijn C = bouillonagar 20°. Lijn D = bouillonagar 37°.

Water uit een tapkraan der waterleiding.
Monstername: *5 Maart 1918.*
Temperatuur van het water: 8°.5.
Hoeveelheid water per plaat: $^1/_2$ *c.m*^{3}.

	Aantal koloniën op den					
	2den	3den	4den	5den	6den	7den dag
A. Bouillongelatine	0	0	0	4	29	29
B. Lekwatergelatine . . .	1	1	1	19	33	49
C. Bouillonagar 20°	1	1	2	3	3	3
D. Bouillonagar 37° . . .	0	0	0	0	0	0

Ter berekening van het aantal bacteriën per c.m^3. water dienen de cijfers der tabel te worden vermenigvuldigd met *2.*
Het aantal koloniën op bouillongelatine op den 2den dag wordt dan *0.*



Lijn A = bouillongelatine. Lijn B = Lekwatergelatine.
Lijn C = bouillonagar 20°. Lijn D = bouillonagar 37°.

Het zeer groote aantal koloniën, dat zich op de Lekwatergelatine uit het water der leiding ontwikkelt, wordt voor zooverre dit kon worden nagegaan, uitsluitend gevormd door ééne soort, die later

bij de bespreking der waterleiding uitvoerig zal worden beschreven, maar waarvan hier reeds kan worden medegedeeld, dat zij identisch is te achten met „Vibrio aquatilis Günther".

Tracht men nu een verklaring te vinden voor het eigenaardige gedrag der waterbacteriën, dan kan men komen tot de volgende opvatting.

De waterbacteriën gedijen bij lagere temperatuur, dus in den winter, en bij schrale voeding, dus in zuiver water, beter dan de „rich food loving sewage forms". Bij het bewaren van zuiver water, zooals dit uit den aard der zaak geschiedt in schachtputten en in het buizennet eener waterleiding, neemt dan ook het aantal der waterbacteriën zeer sterk toe, wat met de soorten, welke hooger eischen stellen, niet het geval is.

De resultaten van het onderzoek van het water uit de gracht van 8 September kunnen dan waarschijnlijk in dien geest worden uitgelegd, dat de sterke regenval een zekere verdunning en dientengevolge zuivering van de oppervlakkige lagen van het grachtwater ten gevolge had. Zonder dien regen had het water uit de gracht zich bij de telling moeten gedragen als dat uit de Lek of uit de onzuivere putten, zooals het dat dan ook heeft gedaan op den 1sten September, een datum vóór de regenperiode, wat kan blijken uit de volgende tabel, waarin de waterbacteriën zeer duidelijk in de minderheid zijn gedurende de eerste zes dagen, terwijl de op hen betrekking hebbende lijn eerst op den 7den dag een vrij plotselinge stijging vertoont, zoo men de tabel in teekening brengt.

Water uit de Stadsgracht te Culemborg bij de Gasfabriek.
Monstername: *1 September 1917.*
Temperatuur van het water: 16°.
Hoeveelheid water per plaat: $^1/_{100}$ *c.m*^{3}.

	Aantal koloniën op den					
	2den	3den	4den	5den	6den	7den dag
A. Bouillongelatine	13	13	15	20	23	25
B. Lekwatergelatine	1	4	8	9	10	35

Ter berekening van het aantal bacteriën per c.m³. water dienen de cijfers der tabel te worden vermenigvuldigd met *100*.

Het aantal koloniën op bouillongelatine op den 2den dag wordt dan *1300*.

Hier gedraagt zich dus het water uit de gracht geheel op dezelfde wijze als dat uit de Lek, wanneer het in den zomer wordt onderzocht.

Op bovenstaande wijze laten zich de verschillen, welke bij de tellingen tusschen bouillon- en Lekwatergelatine worden opgemerkt, vrijwel verklaren.

De bespreking van de met agar bereide voedingsbodems wordt na het voorgaande zeer eenvoudig.

Bij het nagaan der tabellen en teekeningen moet het reeds zijn opgevallen, dat de bouillonagar bij 20° resultaten geeft, die in het algemeen gelegen zijn tusschen die van de bouillongelatine en van den bouillonagar bij 37°, al komen ten opzichte van dezen regel wel kleine afwijkingen voor, vooral op den 2den soms ook nog op den 3den dag. (Zie de telling van den 3den November e.a.) Maar dit is dan ook eigenlijk alles, wat men van deze tellingen kan zeggen. De cijfers, en dus de lijnen, loopen noch parallel met die van de bouillongelatine, noch met die van den bouillonagar bij 37°.

Wahlbaum, [1]) die ook proeven heeft genomen met bouillongelatine en -agar bij 20°—22°, komt tot eenigszins andere resultaten. Na 10 teldagen zijn de gemiddelde getallen met beide voedingsbodems gelijk. Praktisch schijnt een gelijkheid na zoo langen tijd van weinig beteekenis.

Thomann, [2]) verrichtte soortgelijke proeven; hij telt echter op den 5den dag en vindt dan het aantal koloniën op den bouillonagar bij 22° in den regel iets lager dan op de bouillongelatine.

Prall, [3]) die ook de beide voedingsbodems vergelijkt, maar na

---

[1]) *Wahlbaum*, Centralblatt f. Bakteriologie etc. Abt. 1, Bd. 30, 1901, bl. 790.

[2]) *Thomann*, Z. f. Hygiene u.s.w. Bd. 33, 1900, bl. 1.

[3]) *Prall*, Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte, Bd. 18, 1902, bl. 436.

2 dagen telt, vindt ook op den bouillonagar in den regel een lager aantal koloniën, maar ook dit staat niet in een vaste verhouding tot het getal, dat op de bouillongelatine gevonden wordt.

Kan dus aan het gebruik van den bouillonagar bij 20° weinig waarde worden toegekend, anders is dit met dien voedingsbodem, zoo deze wordt geplaatst bij broedtemperatuur.

Reeds te voren is er op gewezen, dat bij 37° de half-parasieten, zooals de colibacteriën, tot ontwikkeling worden gebracht. Hier mag nog op een ander voordeel worden gewezen, hetwelk door de toepassing van den bouillonagar bij deze temperatuur wordt verkregen.

Wat hier wordt bedoeld, springt onmiddellijk in het oog, zoo de richting van de D.-lijnen in de teekeningen wordt nagegaan. Deze loopen na den 2den of 3den dag nagenoeg zonder uitzondering horizontaal, d.w.z.: na den tweeden of derden dag bereikt het aantal koloniën op deze platen zijn maximum.

Deze Engelsch-Amerikaansche methode geeft dus quantitatief eigenlijk de beste resultaten en daar deze bovendien betrekking hebben op de bacteriën, welke uit hygienisch oogpunt zeer belangrijk moeten worden geacht, is haar toepassing zeker wel van beteekenis.

In de *Standard Methods* [1]) wordt de telling op bouillonagar bij 37° dan ook *naast* die op bouillongelatine voorgeschreven.

Prescott en *Winslow* [2]) hechten veel waarde aan hare uitkomsten, juist met het oog op wat ook zij „the prime object" achten te zijn van het bacteriologische onderzoek: het verkrijgen van duidelijke gegevens ter onderscheiding van goed en slecht drinkwater.

Van Engelsche zijde is getracht dit verschil met behulp van een cijfer uit te drukken.

Verontreinigd water zou op den bouillonagar bij 37° *meer* dan *10* % geven van het aantal koloniën, hetwelk op de bouillongelatine tot ontwikkeling komt.

---

[1]) Standard Methods of Water Analysis, American Public Health Association, Third Edition 1917.

[2]) *Prescott* en *Winslow*, bl. 67.

Het Centraal Laboratorium [1]) noemt deze grens vrij willekeurig. De ervaringen uit de Neder-Betuwe geven aanleiding dit laatste oordeel te onderschrijven. Wel geven de tabellen en de teekeningen duidelijk aan, dat bij de zuivere watersoorten het aantal der kiemen, hetwelk bij 37° op de bouillonagarplaten tot ontwikkeling komt, zeer gering is, in overeenstemming met de lage cijfers van de bouillongelatine.

Ook in dit opzicht kan het oordeel van het Centraal Laboratorium juist worden geacht, waar het een zekere evenwijdigheid constateert tusschen de resultaten met bouillongelatine en bouillonagar bij 37° verkregen.

Terwille van een duidelijk overzicht is het aantal koloniën voor de verschillende watermonsters, zooals dit op bouillongelatine bij 22° C. en bouillonagar bij 37° C. na 2 en na 3 dagen werd gevonden, vereenigd in de onderstaande tabel.

	Bouillongelatine		Bouillonagar 37°	
	2den dag	3den dag	2den dag	3den dag
Lek 23 Mei 1917	2700	3600		
Lek 27 Augustus 1917 . . .	1200	1700	700	900
Lek 3 November 1917	3000	5500	2300	3000
Lek 4 Januari 1918		7800		3000
Lek 2 Februari 1918	12200	37200	1000	1400
Lek 27 Maart 1918	2000	4400	900	1100
Linge 14 Januari 1918	28000	32800	9400	15200
Gracht 8 September 1917 . . .	2100	2700	1100	1100
Put Markt 30 October 1917 . .	500	1500	500	1000
Put Zandstraat 13 October 1917	1500	2000	800	900
Put Oostersingel 11 Februari 1918	40	50	0	10
Waterleiding 16 Augustus 1917	11	16	2	7
Waterleiding 5 Maart 1918 . .	0	0	0	0

De zuivere watersoorten vallen door hun laag bacteriën-gehalte dadelijk op bij beide voedingsbodems.

Uit de beschouwingen, welke aan de hand der proefnemingen

[1]) Verslag 1916, bl. 82.

op de voorgaande bladzijden werden weergegeven, mogen ten slotte de volgende conclusies worden getrokken.

De quantitatieve, bacteriologische analyse, zooals die in den regel met behulp van bouillongelatine wordt toegepast, is als een bruikbaar hulpmiddel bij het drinkwateronderzoek te beschouwen.

Hare resultaten hebben de meeste waarde bij de regelmatige contrôle van een middel van drinkwatervoorziening, daar het gedurende langeren tijd voortgezette onderzoek vergelijking mogelijk maakt.

Daar het gebruik van bouillongelatine voor quantitatieve bacteriologische analysen sinds lange jaren nagenoeg algemeen is, beschikt men bij het gebruik van dezen voedingsbodem over meer vergelijkingsmateriaal dan bij de andere voedingsmedia het geval is. Dit is een zwaar wegend argument voor het blijven gebruiken van de bouillongelatine voor het beoogde doel.

Uit zuiver quantitatief oogpunt verdient de bouillonagar bij 37°, met telling op den 3den dag de voorkeur.

Het gebruik van dezen voedingsbodem en van de Lekwatergelatine [1]) kunnen in moeilijke gevallen of bij een meer volledig onderzoek zeer gewichtige gegevens verschaffen.

Het verzamelen van vergelijkingsmateriaal, ook voor deze voedingsbodems, is zeer gewenscht te achten.

En wat ten laatste het aantal bacteriën betreft, hetwelk men voor goed drinkwater nog toelaatbaar acht, hieromtrent maakt *Eykman* [2]) de juiste opmerking, dat ieder onderzoeker voor de streek, waar hij werkt, zelf een maatstaf moet zoeken.

---

[1]) Het water uit de Lek moet, zooals vanzelf spreekt, in andere streken dan de Neder-Betuwe, door een daar te vinden geschikte watersoort worden vervangen.

[2]) *Eykman*, Ph. W. bl. 846.

HOOFDSTUK II.

Bacterium Coli en Gistingsproeven.

De gistingsproeven, welke bij het onderzoek van drinkwater worden gebruikt, berusten alle op het suikerontledende vermogen van Bacterium coli.

Thans, in 1918, kan op grond der ervaring worden gezegd, dat niet meer wordt getwijfeld aan de beteekenis van dit organisme als indicator voor het aantoonen van ernstige verontreiniging van water. Dit is niet steeds zoo geweest. Lange jaren is er over deze zaak van gedachten gewisseld. *Kruse* [1]) schrijft er reeds over in 1894. Maar sinds hij [2]) in 1908 en *Gärtner* [3]) in 1910, zij het ook niet volmondig en niet zonder beperking, aan B. coli of coliachtigen beteekenis bij het onderzoek van drinkwater hebben toegekend, mag deze strijd als geeindigd worden beschouwd.

Het meeningsverschil hield voor een groot deel verband met de „ubiquiteit" van B. coli. Degenen, die hierop vooral den nadruk lieten vallen [4]), wezen er op, dat B. coli overal voorkomt, waar de mensch leeft en werkt. Dit wordt door anderen wel niet ontkend [5]),

---

[1]) *Kruse,* Zeitschr. f. Hygiene u. s. w. Bd. 17, 1894, bl. 1.

[2]) *Kruse,* Zeitschr. f. Hygiene u. s. w. Bd. 59, 1908, bl. 11.

[3]) *Gärtner*, Zeitschr. f. Hygiene u. s. w. Bd. 67, 1910, bl. 55.

[4]) *Kruse*, t. a. p. 1908.
Gärtner, t. a. p. 1910.
Könrich, Klin. Jahrb. Bd. 23, 1910, bl. 1.
Weissenfeld, Zeitschr. f. Hyg. u. s. w. Bd. 35, 1900, bl. 78.
Koning, Ph. W. 1906, bl. 614.

[5]) *Vincent*, Annales de l'Institut Pasteur, Tome 19, 1905, bl. 233.
Petruschky u. *Pusch*, Zeitschr. f. Hyg. u s. w. Bd. 43, 1903, bl. 304.
Freudenreich, Centralbl. f. Bact. u. s. w. Bd. 18, 1895, bl. 102.
Eykman, Weekbl. v. h. Tijdschr. v. Geneesk. 1904, No. 16.
Alle Engelsche en Amerikaansche schrijvers over dit onderwerp.

maar zij zeggen in de eerste plaats, dat het toch wel verschil maakt, of in een drinkwater — en daarom gaat het toch — veel of weinig colibacteriën voorkomen en in de tweede plaats, dat deze toch ook in vele watermonsters geheel ontbreken.

Hierdoor krijgt de vraag een quantitatieven kant, het „colititer" komt te voorschijn.

Daarnaast blijft men trachten een scheiding te vinden tusschen het B. coli van intestinalen oorsprong en die colistammen, welke den darm van den mensch of van warmbloedige dieren nooit hebben bewoond, of waarbij dit tijdvak in hunne geschiedenis reeds zeer ver terug ligt.

Zoo heeft men de pathogeniteit der coliachtigen nagegaan, maar er zijn ziekteverwekkende colibacteriën zoowel in als buiten den darm levende gevonden [1]).

Een uitgewerkt stelsel van biochemische reacties is in Amerika gecodificeerd [2]). Veel vertrouwen kan het echter niet wekken, wanneer men in aanmerking neemt, dat zelfs de meeningen over de saccharosegisting nog zeer uiteenloopend zijn [3]).

Dan heeft *Henningson* [4]) nog een poging gedaan om het quantitatieve verloop van de glucosegisting bij 37° aan het doel dienstbaar te maken; maar de auteur zelf geeft toe, op deze wijze een zuiver gekweekten stam niet met zekerheid te kunnen aanwijzen als darmcoli, wat zeker niet geschikt is veel vertrouwen in de methode te doen stellen.

Deze pogingen kunnen voorloopig dus niet als geslaagd worden beschouwd, maar het blijft niettemin noodig het begrip B. coli zoo nauwkeurig mogelijk te omschrijven.

Gaat men de literatuur na, dan blijkt er over de hoofdzaken geen verschil van meening te bestaan [5]).

---

[1]) *Weissenfeld*, t. a. p.
Savage, Journal of Hygiene, Vol. 3, 1903, bl. 388.

[2]) Standerd Methods of Water Analysis, American Public Health Association, 1917.

[3]) *De Graaff*, Tijdschr. v. Vergelijkende Geneesk. enz. Dl. 1, 1915, bl. 64.

[4]) *Henningsson*, Zeitschr. f. Hyg. u. s. w., Bd. 74, blz. 253, 1913.

[5]) Zie de oorspronkelijke beschrijving van Escherich, Fortschr. der Medicin, Bd. 3, 1885, bl. 515.

Bacterium coli is een kort, ovoïde, asporogeen staafje. De eigenbeweging is gering of ontbreekt. Het is Gram-negatief. De groei op bouillongelatine vertoont de typische „wingerdbladvormige" koloniën aan de oppervlakte, de inliggende zijn rond en gekorreld. Er komen echter afwijkingen van dezen vorm voor [1]). De gelatine wordt niet vervloeid. Het organisme groeit op aardappel met een vochtig, geel of geel-bruin, dik beslag. Op schuin gestolden agar is dit laatste doorschijnend. Glucose en lactose worden onder zuur- en gasvorming ontleed. Volgens de meeste schrijvers wordt neutraalrood gereduceerd onder geelkleuring met fluorescentie. Ten opzichte van indol bestaat nogal verschil, evenals over het stremmen der melk.

Ohlmüller u. *Spitta* [2]) zeggen: „bildet meist Indol".

Dopter et *Sacquépée* [3]): „donne de l'indol".

Prescott and *Winslow* [4]): „and generally forms indol", terwijl *Houston* [5]) in het „flaginac" type indolvorming eischt.

De beteekenis van dit woord is de volgende:

Fl: groene fluorescentie in neutraalrood culturen; *ag:* aciditeit en gas in lactose-peptonwater; *in:* indolvorming; *ac:* zuurvorming en stremming (clotting) in lakmoesmelk.

Wat melk betreft, hierin moet volgens dezelfde auteurs door B. coli steeds zuur worden gevormd; maar omtrent de coagulatie is het oordeel niet geheel eensluidend.

Dit luidt, in dezelfde volgorde als boven:

„bringt sie meist zur Gerinnung".

„coagule, parfois tardivement".

„coagulates casein in litmus milk".

De laatste twee letters van flaginac geven *Houston's* meening weer. Hij eischt dus ook *coagulatie.*

---

[1]) *Lehmann* u. *Neumann*, Bakt. 1, 1910, Tab. 25.

[2]) *Ohlmüller* u. *Spitta*, Die Unters. und Beurt. d. Wassers und Abw. 1910, bl. 296.

[3]) *Dopter* et *Sacquépée*, Bactériologie, 1914, bl. 488.

[4]) *Prescott* and *Winslow*, Elements of Water Bacteriology, 1915, bl. 100.

[5]) *Houston*, Annual Report of The Local Government Board, 1903—1904, Report of the medical Officer for 1903—1904, bl. 568.

Bij de Nederlandsche schrijvers zijn de verschillen ook slechts gering. Zij hebben weer betrekking op de „bij-eigenschappen".

Ringeling b.v. vraagt, naast de algemeen aangenomen kenmerken, de reductie van neutraalrood en de vorming van indol [1]).

Eijkman acht, behalve het vermogen glucose bij 46° te kunnen vergisten, ook de coagulatie van melk en de indolvorming noodzakelijk [2]).

Koning verlangt naast de reductie van neutraalrood, de melkstremming en de indolvorming, ook nog de productie van zwavelwaterstof en katalase, en daarenboven de vergisting van saccharose [3]). Met dit laatste is *de Graaff* [4]) het niet eens. Ook de zwavelwaterstofeisch is niet algemeen, zoomin als die omtrent de katalase.

Hehewerth spreekt niet over melk, maar vindt wel de indolvorming en de beweeglijkheid van gewicht [5]).

Het Centraal Laboratorium accepteert het flaginac-type. Meerdere eischen, zooals de gisting bij 46°, zouden te veel stammen doen afvallen [6]).

Heimann acht voor een typisch B. coli ook de reductie van het neutraalrood en de melkstremming noodig, maar rekent toch ook tot de coligroep die stammen, welke in een of meer opzichten van het normale type afwijken. Dit geldt in het bijzonder voor den vorm der koloniën [7]).

Deze laatst aangegeven opvatting, n.l. dat bij het onderzoek van water niet alleen de typische coli's van beteekenis zijn, vindt men ook bij *van Delden* [8]). Na de opmerking te hebben gemaakt, dat de verschillen ten opzichte van het colibegrip niet zoo groot zijn, als het bij een eerste inzage der literatuur schijnt, geeft deze

---

1) *Ringeling*, Versl. Gemeent. Gezondheidsdienst, Amsterd. 1912.
2) *Eykman*, t. a. p., 1904.
3) *Koning*, Ph. W. 1906, bl. 1188.
4) *De Graaff*, t. a. p.
5) *Hehewerth*, Geneesk. Tijdschr. v. Ned. Indië, Feestbundel 1911, bl. 218.
6) Verslag 1912, bl. 48.
7) Private mededeeling, en Jaarboek der Visscherijen op de Zeeuwsche Stroomen, 3e Jaargang, Algemeen Overzicht.
8) Compte Rendu du 11me Congres Intern. de Pharm. Tome 2, bl. 1142.

schrijver als zijn opinie te kennen, dat bij het onderzoek van water ook rekening dient te worden gehouden met colitypen, die een of meer der reacties, melkstremming, indolvorming, missen.

Deze meening sluit geheel met die van *Kruse* [1]), van *Gärtner* [2]), en van *Könrich* [3]). Ook *Vincent* [4]) denkt er zoo over. Dit alles komt overeen met de onderzoekingen van *Houston*, die naast typische, ook atypische colibacillen in faeces aantoonde [5]).

De bovenstaande auteurs behandelen de colivraag allen met het oog op het onderzoek van water. Dit is niet het geval met de mededeeling van *de Graaff*. In een studie over: „De saccharosegisting door bacteriën uit de coli-, paratyphus-, typhusgroep" [6]) eischt hij bij de bepaling van een soort als Bacterium coli commune, de volgende eigenschappen.

1. Ovoïd, polymorf staafje.
2. Gelatine niet vervloeiend.
3. Gram-negatief.
4. Zwak beweeglijk.
5. In peptonwater binnen 7 dagen indolvormend.
6. Melk, binnen 7 dagen coaguleerend.
7. Lakmoeswei in 24 uur zuur en troebel makend, binnen 7 dagen geen alkali daarin vormend.
8. Glucose-peptonwater vergistend.
9. Lactose-peptonwater vergistend.

De neutraalrood reactie wordt hierbij niet genoemd.

De gevolgtrekking, die de waterbacterioloog uit het voorgaande kan maken is deze.

Daar er tusschen de verschillende auteurs omtrent het B. coli geen eenstemmigheid bestaat, wat aangaat de melkstremming, de indolvorming en de reactie met neutraalrood, mede als gevolg

---

[1]) *Kruse*, t. a. p. 1908.
[2]) *Gärtner*, t. a. p. 1910.
[3]) *Könrich*, Klin. Jahrb. Bd. 23, 1910, bl. 1.
[4]) *Vincent*, Annales de l'Institut Pasteur, Tome 19, 1905, bl. 233.
[5]) *Houston*, t. a. p., o. a. bl. 472 e. v. Ook op andere plaatsen in deze Local Government Board rapporten laat Houston zich op dezelfde wijze uit.
[6]) *De Graaff*, t. a. p.

daarvan, dat atypische colibacteriën in het darmkanaal voorkomen [1]) moet het vinden van in sommige opzichten afwijkende colistammen in drinkwater bij de beoordeeling wel in acht worden genomen.

De opmerkzaamheid mag hier worden gevestigd op de eenstemmigheid ten opzichte van het vergisten van lactose.

In het bovenstaande is de qualitatieve kant van de coli-vraag behandeld, ook de quantitatieve zijde verdient nog een korte bespreking. Naast het vele, dat in de literatuur over het colibegrip en de beteekenis van dit organisme voor de beoordeeling van drinkwater is te vinden, bestaan slechts weinige uitingen over den quantitatieven kant van het vraagstuk. Wel wordt algemeen aangenomen, dat aan het voorkomen van veel colibacillen in drinkwater zeker hygienische beteekenis dient te worden toegekend; terwijl het daarentegen onbelangrijk wordt geacht, zoo deze sporadisch worden aangetroffen; maar over de vraag, waar de grens dient te worden getrokken, laten slechts weinigen zich uit.

Petruschky [2]) zegt: „In einigen reinen Brunnenwässern war „Bacterium coli selbst in Mengen von $^3/_4$ Liter nicht nachweisbar, „in wenig veruntreinigten in 100, 10, bezw. 1 c.m^3." Deze uitspraak is niet scherp, maar een colititer 1 schijnt toch niet *zwaar* te wegen.

Onder colititer is dan te verstaan, de kleinste hoeveelheid water, waarin nog colibacteriën zijn aan te toonen, uitgedrukt in c.m^3.

Eykman [3]) acht in 1904 wateren nog tamelijk zuiver, zoo deze eerst in 100, 10, resp. 1 c.m^3. coli bevatten. Dezelfde opvatting dus als *Petruschky*. In 1913, in den commentaar op den watercodex deelt hij mede, dat bij waterleidingen een colititer: 10, dikwijls nog toelaatbaar wordt geacht.

Christian [4]) maakt bij de bespreking van de proef van Eykman de opmerking, dat voor practische doeleinden het onderzoek van

---

1) *Kruse*, Zeitschr. f. Hygiene u. s. w., Bd. 17, 1894, bl. 1.
2) *Petruschky*, Zeitschr. f. Hyg. u. s. w., Bd. 43, 1903, bl. 304.
3) *Eykman*, 1904, t. a. p., 1913, Ph. W. bl. 847.
4) *Christian*, Archiv f. Hyg. 1905, Bd. 54, bl. 386.

10—20 c.m³. water voldoende is. Hij heeft opgemerkt, dat Bacterium coli afwezig kan worden geacht, zoo dit niet meer is aan te toonen in 1 c.m³. Geheel duidelijk is ook deze mededeeling niet, maar de bedoeling schijnt toch wel te zijn, dat het colititer boven 1 moet liggen.

Vincent geeft een geheele tabel [1]). De qualificatie: „Eau, profondement souillée par les matières fécales", geldt voor water met 10 of meer coli's per c.m³. Met 1 tot 10 heet het: „Eau mauvaise ou très mauvaise". Bevat het water 10 tot 1000 coli's per liter dan is het een: „eau suspecte"; „eau passable ou mediocre, à surveiller" is de vloeistof met 50 tot 100 colibacillen in diezelfde hoeveelheid, en het wordt eerst: „eau d'assez bonne ou de bonne qualité", zoo het gehalte aan deze microörganismen daalt tot 10 à 50 per liter. Dit alles wil dus zeggen: een colititer, dat ligt tusschen 20 en 100.

Houston komt tot de conclusie, dat de gevaarlijke grens ongeveer ligt tusschen 10 en 100 (colititer), maar: „each case however, „must needs be judged on his own merits, and in relation to the „local conditions" [2]).

Ohlmüller—Spitta laten zich voorloopig in dien zin uit, dat in het algemeen het regelmatig aantoonbaar zijn van het typische Bact. coli in 1 c.m³., het onderzochte water minstens onder verdenking brengt, gevaar voor infectie te kunnen opleveren [3]).

Koning [4]) merkt op: „zijn ze (d.w.z. de colistammen) in 1—5 c.m³. afwezig des te beter, doch de aanwezigheid van een enkele bacil in 1.0 G. beschouw ik van weinig beteekenis".

Vat men al deze meeningen samen om een richtsnoer te vinden voor de toepassing in de praktijk, dan zou men met *Houston* en *Eykman* het colititer hooger dan, of, op 10 willen stellen, maar: each case must be judged on his own merits.

Bij het onderzoek van eenige putten in Culemborg, waarover in een volgend hoofdstuk een en ander zal worden medegedeeld,

---

[1]) *Vincent*, t. a. p.
[2]) *Houston*, L. G. Board, Report of the Medical Officer, 1902—1903, bl. 559.
[3]) *Ohlmüller—Spitta*, bl. 381.
[4]) *Koning*, Ph. W. 1906, bl. 1189.

zijn gegevens verkregen, waarin wel aanleiding is te vinden, het colititer, voor de Neder-Betuwe ten minste, ook niet lager te stellen dan 10.

(Zie de resultaten van de gistingsproeven ten opzichte van de putten, welke achter dit hoofdstuk geplaatst zijn.)

Zijn in het bovenstaande de eigenschappen van Bact. coli omschreven, en eenige opmerkingen gemaakt over het colititer, nu komt de vraag, hoe dit organisme ter nadere identificatie uit het water kan worden geisoleerd.

Men kan hierbij, zooals *Gärtner* [1]) verkieslijk acht, het water direct op agarplaten brengen, die van te voren 2 uur open bij 37° hebben gestaan om uit te drogen, waardoor zij de opgebrachte vloeistof — 1 c.m³. b.v. — gretiger absorbeeren. Om het overtollige water nog beter te doen verdwijnen, laat *Gärtner* ook de geënte platen nog een uur open in de broedstoof staan.

De methode heeft dit bezwaar, dat op één plaat moeilijk meer dan 1 c.m³. water kan worden gebracht, waardoor het onderzoek van grootere hoeveelheden vrij omslachtig wordt. Deze omstandigheid is vooral van beteekenis bij een drinkwater, waarvan het colititer niet bekend is, daar bij een hoog liggend titer het aantal te enten platen te klein kan worden genomen. Bovendien maakt het gebruik van veel agar de methode in dit geval onnoodig te duur.

Meer algemeen is dan ook de vóór-cultuur in vloeibare voedingsbodems in gebruik [2]). Deze handelwijze heeft dit goede, dat bij een doeltreffende uitvoering van de proef ook meteen quantitatieve gegevens worden verkregen.

In Nederland wordt voor het aangegeven doel in hoofdzaak gebruik gemaakt van een viertal vloeistoffen, welke hieronder worden beschreven.

De vloeistof van Eykman ten gebruike bij de gistingsproef bij 46°. Zij bevat 10 % glucose, 10 % pepton en 5 % keukenzout.

Van deze vloeistof wordt zooveel aan het te onderzoeken water toegevoegd, dat het mengsel ongeveer 1 % glucose bevat [3]).

---

[1]) *Gärtner*, t. a. p. 1910.

[2]) Standard Methods of Water Analysis, American Public Health Association, 1917.

[3]) *Eykman*, t. a. p. 1904.

De vloeistof van Bulir [1]). Ter bereiding hiervan gaat men uit van de op de gewone wijze bereide, *niet* alcalisch gemaakten bouillon. In een liter hiervan worden 25 gr. pepton „Witte", 15 gr. keukenzout en 30 gr. manniet opgelost, waarna met soda wordt geneutraliseerd. Voor het onderzoek wordt één volume van dezen bouillon gevoegd bij twee volumina water. Bij het mengsel voegt men 2 % van een steriele oplossing, welke 0.1 % neutraalrood bevat. De proef van *Bulir* wordt evenals die van *Eykman* bij 46° genomen.

De vloeistof van Ringeling [2]). Deze bestaat uit zuren bouillon, waaraan per 50 c.m³. behalve 250 mgr. glucose ook nog 5 mgr. neutraalrood worden toegevoegd. Deze vloeistof gemengd met water wordt geplaatst bij 37°.

De vloeistof van Mac Conkey [3]). Het voorschrift luidt: natrium taurocholaat 0.5 gr., pepton (Witte) 2.0 gr., gedestilleerd water 100 c.m³. Hieraan wordt toegevoegd: 0.5 % glucose of 1 % lactose en 0.5 % van een 1 % oplossing van neutraalrood.

In dit voorschrift werden voor de hier beschreven proeven deze veranderingen aangebracht, dat voor 1 % lactose 0.5 % werd gebruikt; in plaats van 2 % pepton 1 %, de gewoonlijk gebruikte hoeveelheid van deze stof, en 2,5 % lakmoesoplossing (*Kahlbaum*) in plaats van het neutraalrood, dat door *Mac Conkey* niet wordt voorgeschreven met het oog op reductieverschijnselen, maar als indicator voor de reactie. De oplossing, bereid met glucose, wordt in het vervolg genoemd *Mac Conkey*-glucose; die met lactose *Mac Conkey*-lactose. Deze vloeistoffen worden gebruikt als die volgens *Ringeling*.

Nu doet zich de vraag voor, welke van deze oplossingen en welke van de beide genoemde temperaturen de voorkeur verdient, terwijl ook een keuze moet worden gedaan tusschen de twee suikers.

Gaat men de eigenschappen van B. coli naar aanleiding van

---

[1]) *Bulir*, Archiv f. Hygiene, Bd. 62, bl. 1.
[2]) Codex Alimentarius, No. 3, 2e druk, bl. 123.
[3]) *Mac Conkey*, Journal of Hygiene, Vol. 5, 1905, bl. 333.

deze vragen na, dan moet de aandacht vallen op het lactose vergistend vermogen van de coli-achtigen; en de vervanging van glucose door lactose in den zuren bouillon van *Ringeling* ligt dan voor de hand. Evenwel moet rekening worden gehouden met de mogelijkheid, dat glucose in dit milieu betere resultaten geeft, dan lactose bij de bepaling van het „gistingtiter" d.w.z. van de kleinste hoeveelheid water, die bij 37° nog gas-ontwikkeling veroorzaakt. Men kan de twee vloeistoffen met zuren bouillon en neutraalrood dan onderscheiden als *Ringeling*-glucose en *Ringeling*-lactose.

Dezelfde overweging geldt voor de vloeistof van *Mac Conkey*, zoodat ook bij deze de twee suikers moeten worden vergeleken.

Voor de proef van *Eykman* staat de zaak eenigszins anders, daar hierbij oorspronkelijk de temperatuur van 46° is voorgeschreven en deze tegenwoordig nog volgens den Codex Alimentarius 44°—45° moet bedragen. Nu zijn er in de literatuur geen gegevens gevonden over de vraag, of B. coli en dus ook water, waarin deze organismen voorkomen, bij de genoemde hooge temperaturen in staat zijn lactose te vergisten. Het scheen wel interessant, ter opheldering van dit laatste punt eenige proeven te nemen, hetgeen dan ook is geschied. Over deze experimenten worden later mededeelingen gedaan. Om hen echter in het juiste verband te houden, dient eerst de proef van *Eykman* nader te worden besproken.

De proef van *Eykman*.

Het is niet noodig, hier een uitvoerig overzicht te geven van het pro en contra, dat omtrent deze Nederlandsche methode, ook in de buitenlandsche literatuur, ruimschoots is te vinden. Zeer uitvoerig is *Flu* [1]) in dit opzicht. Hij heeft evenals *Christian* [2]), *Bulir* [3]), e.a. met de methode uitstekende resultaten gekregen; maar voor de tegenstanders, die vooral theoretische bezwaren

---

[1]) *Flu*, Geneesk. Tijdschr. v. Ned. Indië, 1915, bl. 817.
[2]) *Christian*, Archiv f. Hyg. 1905, Bd. 54, bl. 386.
[3]) *Bulir*, Archiv f. Hygiene, Bd. 62, bl. 1.

aandragen, zullen deze wel niet overtuigend zijn. Vraagt men zich af, wie nu eigenlijk de gisting bij 46° minder gunstig beoordeelen, dan zijn dit in hoofdzaak dezelfde onderzoekers, die ook sterk den nadruk leggen op de „ubiquiteit" van den colibacil. Dit wijst op eenige verwarring in de begrippen. Inderdaad zijn heel wat pijlen op de proef van *Eykman* gericht, die feitelijk bestemd waren voor het B. coli in zijne beteekenis als indicator voor faecale verontreiniging.

Men zal dus goed doen, zich bij de vorming van een oordeel in de eerste plaats af te vragen, wat *Eykman* zelf heeft gezegd, en wat hij met zijn proef tracht te bereiken.

De meening van den auteur vindt men terug in de conclusies van de laatste van een viertal publicaties [1]), waarin hij zijne denkbeelden omtrent de methode, die duidelijk als een *hulp*middel bij het wateronderzoek wordt gequalificeerd, heeft neergelegd. De bedoelde laatste mededeeling is een antwoord op de kritiek, welke van verschillende zijden tegen deze wijze van proefneming was gerezen.

De bedoelde conclusies luiden:

„1. De toepassing der gistingsproef bij 46°, als hulpmiddel „bij het drinkwateronderzoek, berust op het ervaringsfeit, dat in „de faeces van warmbloedige dieren geregeld thermotolerante „gistingsorganismen voorkomen en dat deze in onverdacht water „plegen te ontbreken".

„2. De methode beoogt niet te zijn een eigenlijke coliproef. „De tegenwerping, dat er echte colistammen voorkomen, welke „niet thermotolerant zijn, verliest daarmee haar reden van bestaan, „temeer omdat daarop gelijkende stammen ook in zuiver water „kunnen voorkomen".

„3. De gevoeligheid der methode is niettegenstaande haar „exclusivisme een zeer bevredigende. Daarmede tegenstrijdige „mededeelingen moeten berusten op een ondeugdelijke wijze van „proefnemen, waarbij o.a. te denken valt aan onnauwkeurige „temperatuursregeling (overschrijding der grenstemperatuur) en

---

[1]) *Eykman*, Ned. Tijdschr. v. Geneesk. 1913, 2e Helft, No. 13.

„verslechtering der cultuurvloeistof tengevolge van overdreven ver-„hitting bij het steriliseeren".

Hierbij behoort te worden geplaatst een uitspraak uit de eerste publicatie [1]).

„In den loop onzer onderzoekingen zijn wij er derhalve toe „gekomen om voor de coliproef in de plaats te stellen de gis-„tingsproef bij 46° en daaraan deze waarde toe te kennen, dat „een positieve uitslag daarvan wijst op bedenkelijke faecale ver-„ontreiniging. Met name geldt dit voor het onderzoek van water, „dat aan den bodem ontleend wordt",

en iets verder:

„ook hier laat ons de proef weliswaar in het onzekere of de „verontreiniging van dier of mensch afkomstig is, doch waar de „locale omstandigheden zoodanige zijn, dat het één plaats kan „vinden, daar is ook het andere wel niet uitgesloten te achten".

En in den Commentaar op den Codex Alimentarius [2]) vindt men nog de opmerking — zooals trouwens ook reeds in 1904 — dat regenwater uit den aard der zaak de kans heeft met vogel-faeces in aanraking te zijn geweest, zoodat de proef voor deze watersoort geen beteekenis bezit. „Geheel anders is het bij het „z.g.n. oppervlaktewater. Hier gaat in vele gevallen faecale ver-„ontreiniging wel degelijk met gevaar voor besmetting gepaard".

Flu plaatst zich op het standpunt van *Eykman*, volgens wien het empirische feit blijft bestaan, dat water van *onverdachten* oorsprong bij 46° de reactie *niet* geeft en daarentegen *wel* en *zonder uitzondering* die wateren, welke *verdacht* zijn. „Het is hier", zegt *Flu*, „de plaats te constateeren, dat dit feit door geen „der onderzoekers, die niet alleen in het laboratorium, maar ook „onder natuurlijke verhoudingen de opgaven van *Eykman* con-„troleerden, is gelogenstraft".

Flu vergeet de uitspraak van *Koning* [3]). Deze heeft een groot aantal negatieve uitkomsten bij zeker verontreinigde wateren ge-

---

[1]) *Eykman*, t. a. p., 1904.
[2]) *Eykman*, 1904, t. a. p., 1913, Ph. W. bl. 847.
[3]) *Koning*, Ph. W. 1906, bl. 614.

boekt. *Eykman* schrijft deze slechte resultaten aan verkeerde proefneming toe. Hij wijst vooral op de mogelijkheid van foutieve instelling der temperatuur en veranderde reactie van den voedingsbodem. (Zie ook bovenstaande conclusie 3). Maar *Hennigsson* zegt [1]): „Übrigens habe ich bei den bacteriologischen Wasser-„untersuchungen, die von mir im Auftrage der Stadt Stockholm „während der Jahre 1909 bis 1912 ausgeführt wurden, wiederholt „gefunden, das Wasser in unmittelbarer Nähe von Kloakenmün-„dungen, besonders während kältern Jahreszeiten Gasbildung wohl „bei 37°, aber weder bei 42° noch bei 46° zeigte". *Henningsson* vindt de methode niet betrouwbaar. Ook *Koning* spreekt over negatieve uitkomsten met water uit de Waal bij Nijmegen, in de nabijheid van een rioolmonding geschept.

Over de ervaringen, welke bij de toepassing van de proef van *Eykman* in de omgeving van Culemborg werden opgedaan, is reeds in 1913 een en ander medegedeeld [2]). Zuiver water, zooals dit b.v. door nortonputten wordt opgeleverd, geeft de reactie niet, maar bij de schachtputten is de toestand veel minder gunstig. Wat bij deze laatste vooral de aandacht trekt, is het wisselende in de resultaten, zoo men hun water eenige malen achtereen onderzoekt.

Dit kan natuurlijk een gevolg zijn van het onregelmatig toevloeien van faecale verontreinigingen, maar er is ook nog een andere mogelijkheid, waarop *Koning* [3]) vooral den nadruk legt. Bedoeld wordt hier het overgroeien van de coliachtigen door andere organismen, een verschijnsel, dat door den zooeven genoemden schrijver ter verklaring van zijne vele negatieve resultaten is gebruikt. *Eykman* [4]) kan zich met deze zienswijze tot zekere hoogte wel vereenigen, maar hecht weinig beteekenis aan het feit zelf, daar volgens hem een water, dat bij onderzoek deze eigenaardigheid vertoont, ook wel reeds om andere redenen als drinkwater zal worden afgekeurd. De kracht van dit argument

---

[1]) *Henningsson*, Zeitschr. f. Hyg. u. s. w., Bd. 74, bl. 253, 1913.
[2]) *De Waal*, Ph. W. 1913, bl. 110.
[3]) *Koning*, Ph. W. 1906, bl. 614.
[4]) *Eykman*, Ph. W. 1906, bl. 901.

mag zeker worden betwijfeld, daar de omstandigheden een doeltreffend en eenigszins volledig onderzoek ter plaatse dikwijls verhinderen. Dit geval doet zich juist meermalen voor bij de toch al tot allerlei moeilijkheden aanleiding gevende schachtputten, waarvan zelfs de eigenaren in den regel niet in staat zijn met eenige juistheid de ligging aan te geven, terwijl omtrent den bouw en de diepte der putten meestal nog minder bekend is. In deze gevallen hebben de resultaten van het bacteriologische onderzoek grooten invloed op de beoordeeling, zoodat aan de betrouwbaarheid der gebruikte methoden hooge eischen dienen te worden gesteld.

Bij het onderzoek van het water uit de Linge is een dergelijke overgroeiing opgemerkt als waarvan hierboven sprake was. Er bestaan dus niet alleen theoretische bezwaren, zooals de voorstanders der methode het wel eenigszins doen voorkomen.

De gistingsproef bij 46° schijnt dus minder geschikt, wanneer het een watersoort van onvoldoend bekende herkomst betreft. Wel kan zij goede diensten bewijzen als „verklikker" bij de regelmatige contrôle van een middel van drinkwatervoorziening, waarvan de bacteriologische en de technische eigenaardigheden bekende grootheden zijn.

Een zeer bijzonder standpunt wordt ten opzichte van deze zaak door het Centraal Laboratorium ingenomen.

„De methode van *Eykman*", zegt het verslag van 1912, „heeft „ten doel na te gaan of in het water organismen voorkomen, die „bij 46° druivensuiker doen gisten" . . . . . en iets verder: „na twee dagen wordt nagezien in welke kolven gisting is op„getreden en daarna is de proef van *Eykman* afgeloopen; omtrent „de al of niet aanwezigheid van colibacillen mag daaruit dus „niets worden geconcludeerd". Over hetgeen dan uit deze gistingsverschijnselen eigenlijk wel moet worden afgeleid, laat het verslag zich niet uit!

Duidelijker is in dit opzicht de Codex Alimentarius [3]), die de gistingsproef bij 46° noemt in de paragraaf, welke het opschrift

---

[1]) Codex Alimentarius, t. a. p. bl. 122.

„Faeces-bacteriën" draagt. Hier wordt dus het standpunt van *Eykman* ten opzichte van de beteekenis der proef ingenomen.

Het opnemen zelve van de methode bewijst wel, dat zij gebruikt wordt, wat een aanleiding kan zijn tot de vraag, of aan enkele van de bij hare toepassing ondervonden bezwaren niet is tegemoet te komen.

Ten opzichte van de oorspronkelijk voorgeschreven temperatuur van 46°, die door velen te hoog wordt geacht [1]) is dit reeds geschied. De Codex past de proef nu toe bij 44°—45°.

Dan is vervolgens het gebruik van de zeer geconcentreerde vloeistof, zooals deze door *Eykman* wordt aangegeven vrij lastig. Door den auteur zelve is reeds opgemerkt, dat deze voedingsbodem de neiging heeft haar oorspronkelijk alcalische reactie bij sterilisatie te veranderen in een zure; een verschijnsel, dat niet wordt waargenomen bij de sterilisatie van de peptonwater-glucose-oplossing der gebruikelijke sterkte (1 % pepton). De verandering der reactie gaat inderdaad vrij snel. Reeds verwarming gedurende een half uur op twee achtereenvolgende dagen in den sterilisator van *Koch*, heeft in sommige gevallen het aangegeven gevolg. De invloed van een temperatuur van 105° is in dit opzicht niet merkbaar nadeeliger dan die van 100°.

Nu vertoont manniet deze onaangename eigenschap niet. Zoo dus die stof de glucose in de oplossing van *Eykman* kan vervangen, zou hiermee zeker iets gewonnen zijn. Daarom werden ook proeven genomen met een op de aangegeven wijze veranderden voedingsbodem, die in het vervolg *Eykman*-manniet zal worden genoemd in tegenstelling van het oorspronkelijke voorschrift, de *Eykman*-glucose. De verkregen resultaten vindt men bij die der andere gistingsproeven aan het einde van dit hoofdstuk. Reeds hier kan worden gezegd, dat bij het gebruik van de gewijzigde vloeistof geen enkel bezwaar voor den dag is gekomen.

Deze vervanging van glucose door manniet is vroeger door *Bulir* [2]) voorgeslagen, maar op andere gronden en zonder mededeeling van den uitslag van vergelijkende proeven.

---

[1]) *Koning*, *Hehewerth*, *Kruse* e. a.

[2]) *Bulir*, Archiv f. Hygiene, Bd. 62, bl. 1.

Een ander punt is nog dit. *Eykman* schrijft voor, zorg te dragen, dat het mengsel van voedingsvloeistof en water, ca. 1 % glucose bevat. Nu is het bekend, dat ook vloeistoffen met 0.5 % suiker de gistingsverschijnselen uitstekend vertoonen. Bovendien zijn er voordeelen aan verbonden, wanneer aan de suikeroplossing, die ook pepton moet bevatten, tevens lakmoesoplossing wordt toegevoegd. Deze geeft niet alleen de reactie aan, wat op zichzelf al waarde heeft, maar zij bevordert ook den groei der coliachtigen, zooals meermalen kon worden opgemerkt.

Zoo komt men tot het volgende voorschrift: aan het algemeen bekende peptonwater worden toegevoegd 0.5 % glucose of lactose en 2.5 % lakmoesoplossing.

De vloeistoffen van deze samenstelling, pepton-lakmoes-glucose of -lactose genoemd, kunnen evenals die van *Ringeling* en *Mac Conkey*, worden gebracht in gewone reageerbuizen met een omgekeerd klein buisje er in, maar dan is het niet mogelijk eenigszins grootere hoeveelheden water daarmee te onderzoeken. Hiervoor is het gebruik van een meer geconcentreerde oplossing noodig. Echter behoeft men niet zijn toevlucht te nemen tot het tien maal grooter maken der sterkte, zooals dit wordt voorgeschreven bij de proef van *Eykman*. Een vloeistof van driemaal de gewone sterkte is volkomen voldoende, zoo men deze gebruikt op de volgende wijze.

Zooals uit het bovenstaande is af te leiden, bevatten de drievoudige, de triplex-vloeistoffen, 3 % pepton en de overige bestanddeelen naar evenredigheid. Om nu weer te komen tot oplossingen welke 1 % pepton bevatten, de gewone sterkte der cultuurmedia, dient men de triplex-vloeistoffen te vermengen met tweemaal haar volume van het te onderzoeken water, of men moet, zooals aanstonds nader zal blijken, eerst een oplossing met 1,5 % pepton maken, een „sesquiplex" vloeistof, wanneer kleinere hoeveelheden water moeten worden onderzocht.

Voor alle te onderzoeken hoeveelheden water wordt uitsluitend gebruik gemaakt van de gewone cultuurbuizen met gasbuisje, zooals reeds eerder werd aangegeven.

Zoo nu 10 c.m³. water moeten worden onderzocht, brengt men

deze in een buis met 5 c.m³. eener triplex-vloeistof, de totale hoeveelheid van het mengsel wordt dan 15 c.m³., welke de cultuurbuis goed kan bevatten.

Bij het onderzoek van 9 en 8 c.m³. water zijn deze buizen met 5 c.m³. triplex-vloeistof ook te gebruiken, daar na de menging toch ook een oplossing met ca. 1 % pepton wordt verkregen.

Wanneer de afmetingen van de cultuur- en gasbuisjes geschikt worden gekozen, dan kunnen de 5 c.m³. triplex-vloeistof de laatste na de sterilisatie geheel vullen, zoodat alle lucht daaruit verdwenen is.

Wat het onderzoek van 7, 6, 5 en 4 c.m³. water betreft, dit geschiedt met behulp van buizen, welke 10 c m³. eener sesquiplex-vloeistof bevatten. Deze wordt eenvoudig verkregen door 5 c.m³. triplex-vloeistof voor de sterilisatie in de buis te mengen met 5 c.m³. gedestilleerd water.

Voegt men nu aan deze 10 c.m³. sesquiplex-vloeistof 5 c.m³. van het te onderzoeken water toe, dan wordt weer een mengsel met 1 % pepton verkregen, terwijl de afwijking van dit percentage slechts gering is, zoo met behulp van 10 c.m³. van de oplossing met 1,5 % pepton, de sesquiplex-vloeistof, hoeveelheden water van 7, 6 en 4 c.m³. worden onderzocht.

Voor 3, 2 en 1 c.m³. water en nog kleinere hoeveelheden maakt men gebruik van de oplossingen met 1 % pepton, de enkelvoudige oplossing dus, waarvan 10 c.m³. in een cultuurbuis met gasbuisje worden gesteriliseerd.

Ook de *Mac Conkey-vloeistoffen kunnen* zeer geschikt op drievoudige sterkte worden bereid en dus *als triplex-oplossing worden gebruikt.*

Het is misschien overbodig op te merken, dat men ook bij de inrichting van de proef van *Eykman* op deze wijze, de glucose kan vervangen door manniet. Noodig is dit echter niet, daar ook de glucose bevattende vloeistof van drievoudige sterkte goed bestand is tegen sterilisatie bij 100°.

Onderzoekt men nu op de aangegeven wijze b.v. 5 maal 10, 5 maal 5, 5 maal 3 en 5 maal 1 c.m³., dat is te zamen 95 c.m³. water, dan krijgt men quantitatief veel beter te gebruiken resultaten,

dan door het onderzoek van 100, 25, 10 en 1 c.m³., zooals dikwijls geschiedt. Het is toch zonder meer duidelijk, dat een colibacil gisting kan teweeg brengen in de kolf van 100 c.m³., maar deze kan ook door 10 van die bacteriën zijn veroorzaakt, en nu zal het wel niet voorkomen, dat deze 10 colibacteriën bij de hierboven aanbevolen inrichting van de proef in *eene* buis terecht komen.

Ook de apparatuur, reageerbuizen en een carton of een blikje om deze daarin te plaatsen, is eenvoudiger, bij het aanschaffen goedkooper en minder breekbaar dan de bekende gistingskolven.

In 1907 heeft *Bulir* een wijziging voorgesteld in de proef van *Eykman*, die hier nog dient te worden besproken.

De wijziging van *Bulir*.

Bulir [1]) heeft getracht de proef van *Eykman* zoodanig te wijzigen, dat zij als een coliproef kon worden aangemerkt. Naar aanleiding van eenige eigenaardige ervaringen, die bij de toepassing van deze gewijzigde methode op het leidingwater in Culemborg werden opgedaan, is in 1912 een nader onderzoek naar de bruikbaarheid van de proef van *Bulir* ingesteld [2]). Voordat iets wordt medegedeeld over de toen opgedane ervaring, dient de uitvoering der proef met enkele woorden te worden aangegeven.

De voedingsbodem, waarvan bij deze modificatie der gistingsproef bij 46° wordt gebruik gemaakt, bestaat uit alcalische rundvleeschbouillon met manniet en neutraalrood. De sterkte van de oplossing is zoo gekozen, dat zij met haar dubbele hoeveelheid water gemengd, een vloeistof oplevert met een geschikte hoeveelheid voedingsstoffen. Het is dus ook een drievoudige vloeistof. Het mengsel van den voedingsbodem en het water wordt bij 46° geplaatst en na 24 uren waargenomen. Zoo gas wordt gevormd, het neutraalrood wordt gereduceerd en de reactie van de vloei-

---

[1]) *Bulir*, Archiv f. Hygiene, Bd. 62, bl. 1.

[2]) *De Waal*, Ph. W. 1913, bl. 110.

stof zuur wordt, acht *Bulir* het bewijs van de aanwezigheid van B. coli geleverd.

Zooals in 1913 is opgemerkt, kan het voorkomen, dat de gisting der glucose en de reductie van het neutraalrood niet worden veroorzaakt door hetzelfde organisme, maar door twee verschillende. Toen waren dit een coliachtige uit de Lek, die wel glucose kon vergisten, ook bij 46°, maar die niet in staat was lactose aan te grijpen, dus geen B.-coli was en ook geen invloed had op neutraalrood; en daarnaast een sporevormer, die de fluorescentie en de geelkleuring van neutraalrood veroorzaakte, en welke bacteriënsoorten beide uit het filterzand in het Culemborgsche buizennet waren geraakt.

Een coliachtige, die wel thermotolerant is in de beteekenis, welke bij de proef van *Eykman* aan dit woord wordt gehecht, maar geen lactose vergist, is ook in 1917 weer in de Lek teruggevonden. De typische combinatie van dit organisme met een neutraalrood-reduceerenden sporevormer werd bij de nu beschreven onderzoekingen niet weer aangetroffen.

Wel echter werd uit een *Ringeling*-glucose-buis, die geënt was met 0.02 c.m³. water uit de Linge een sporevormer geïsoleerd, die de reactie met neutraalrood zeer fraai geeft. De buis, waarin dit organisme was gegroeid, behoorde tot een reeks van buizen, welke alle met water uit de Linge waren geënt, en wel in hoeveelheden van 0.2, 0.1, 0.05, 0.02 en 0.01 c.m³. Al deze buizen vertoonden gisting zonder fluorescentie, uitgezonderd de buis met 0.02 c.m³. water, waarbij de verschijnselen juist andersom waren. Het is dit geval, dat, als een voorbeeld van blijkbare onderdrukking van het gistendvermogen van B. coli door een ander organisme, reeds bij de behandeling van de proef van *Eykman* is genoemd.

Blijkbaar behooren neutraalroodreduceerende en bij 45° uitstekend groeiende sporevormers tot de bacteriënflora van de Lek en van de Linge en dus ook van de tusschen deze beide gelegen wateren.

De proef van *Bulir* is voor de Neder-Betuwe dan ook niet geschikt, maar naar alle waarschijnlijkheid geldt dit ook voor andere streken.

Ohlmüller—Spitta [1]) en *Courmont* [2]) achten de proef van *Bulir* een aanwinst, *Eykman* [3]) daarentegen niet. Het oordeel van den laatste kan worden onderschreven, temeer omdat de onbetrouwbaarheid van de neutraalroodreactie bij aërobe-cultuur en in vloeibare voedingsbodems [4]), welke reeds was opgemerkt bij het onderzoek in 1912, ook nu weer werd geconstateerd, zoodat van deze methode van *Bulir* eigenlijk niets anders overblijft dan de gisting bij 46°, daar ook de door den auteur geeischte zuurvorming niet karakteristiek is voor B. coli.

Waar de beide besproken proeven de daarvan verwachte aanwijzingen ten opzichte van de zuiverheid van een watersoort niet geheel kunnen geven, is het de vraag, met welke gistingsproef dan betere resultaten kunnen worden bereikt.

In de literatuur zijn gunstige uitspraken over de proef van *Mac Conkey* te vinden, zoodat deze hier in eerste plaats mag worden besproken.

De proef van *Mac Conkey*.

De samenstelling van den voedingsbodem, welke voor deze methode wordt gebruikt, is reeds opgegeven. Aanvankelijk werden in het voorschrift slechts de aangegeven wijzigingen aangebracht, maar na eenige maanden was de eigen voorraad natriumtaurocholaat uitgeput en aanvulling daarvan bleek onmogelijk, daar het praeparaat niet meer was te krijgen.

Toen is deze stof bij de bereiding van de *Mac Conkey*-oplossingen vervangen door 3 % rundergal. Dit geschiedde in September 1917, zoodat de proeven van October af met de gal bevattende oplossingen zijn genomen [5]). De resultaten, welke daarmee werden verkregen, zijn in alle opzichten bevredigend te noemen.

Verder hadden de gistingsproeven reeds geleerd, dat lactose

---

1) *Ohlmüller—Spitta*, bl. 288.
2) *Courmont*, Précis de Bactériologie pratique, 1911, bl. 439.
3) *Eykman*, Weekbl. v. h. Tijdschr. v. Geneesk. 1913, 2e Helft, bl. 1006.
4) *De Waal*, Ph. W. 1913, bl. 110.
5) *Ohlmüller—Spitta*, bl. 310.

evengoede diensten kan bewijzen als glucose, wat in overeenstemming is met de eigenschap van B. coli bij 37° — en bij deze temperatuur wordt de proef genomen — melksuiker te kunnen vergisten. Bij de hieronder beschreven onderzoekingen is dan ook gebruik gemaakt van *Mac Conkey*-lactose.

Dit geschiedt *ook* door het Centraal Laboratorium, zooals blijkt uit een mededeeling van *Van Putten* in het Verslag over 1912, pag. 46.

In deze publicatie worden de uitkomsten van de proef van *Eykman* bij 46° en die van *Mac Conkey* bij 37° met elkaar vergeleken aan de hand van veel feitenmateriaal.

Zoo alleen wordt gelet op de watermonsters, welke met een van beide of met beide vloeistoffen gisting vertoonden, dan vindt men de volgende cijfers opgegeven.

In het geheel vertoonden 105 van de onderzochte monsters gistingsverschijnselen en wel 39 maal met beide methoden, 17 maal alleen volgens *Eykman* en 49 maal alleen volgens *Mac Conkey*.

Terecht heeft de onderzoeker zich met dezen uitslag niet tevreden gesteld, maar ook getracht uit de gistende kolven B. coli te isoleeren. Ter indentificatie van dit organisme werd hierbij gebruik gemaakt van het flaginac-type, waaraan echter niet alle stammen geheel konden voldoen. Deze laatste zijn bij de opgaven: onvolkomen coli, genoemd.

Het onderzoek in de aangegeven richting gaf nu de volgende uitkomsten:

Bij de 39 monsters, welke bij de beide methoden gisting gaven, werd uit de *Eykman* kolven en de *Mac Conkey* buizen beide 35 maal coli gekweekt (17 volkomen, 18 onvolkomen); 3 maal werd uit *Mac Conkey* wel, uit *Eykman* geen coli gekweekt (2 volkomen, 1 onvolkomen); terwijl in één geval noch uit de oplossing volgens *Eykman*, noch uit de oplossing volgens *Mac Conkey* coli kon worden geïsoleerd. De 17 monsters, welke wel gistten volgens *Eykman* maar niet volgens *Mac Conkey*, bevatten in 9 gevallen B. coli (5 volkomen, 4 onvolkomen), in de andere kolven (8) werd dit organisme niet gevonden. Wat nu de 49 monsters aangaat, waarbij juist *Mac Conkey* wel en *Eykman* geen gisting gaf, uit deze werd

33 maal coli gekweekt (11 volkomen en 22 onvolkomen), maar in 16 gevallen gelukte dit niet.

Rekent men de volkomen en onvolkomen coli's te zamen, waarvoor wel redenen bestaan, zooals hierboven reeds is uiteengezet, dan kan men het volgende tabelletje opmaken.

Aantal monsters.	Methode *Eykman.*		Methode *Mac Conkey.*	
	Gisting.	Coli aanwezig.	Gisting.	Coli aanwezig.
39	39	35	39	38
17	17	9		
49			49	33
105	56	44	88	71

„Zooals te verwachten was, blijken dus beide methoden in de „meeste" gevallen vergelijkbare uitkomsten te geven", zegt het verslag waaraan het hier medegedeelde is ontleend.

Deze conclusie schijnt niet juist; zij kan geenszins uit de cijfers worden afgeleid.

Volgens deze is de methode van *Mac Conkey* verre te verkiezen boven die van *Eykman*, zoowel als gistingsproef, als met het oog op het isoleeren van colibacillen. Dit blijkt nog duidelijker, zoo men bedenkt, dat slechts in 9 gevallen aanwezige coliachtigen niet door gisting in de *Mac Conkey*-buizen werden aangetoond, terwijl dit getal voor de *Eykman*-kolven 33 bedraagt.

De resultaten, welke bij de toepassing der methode van *Mac Conkey* op de watermonsters van de Neder-Betuwe werden verkregen, zullen hieronder worden vergeleken met de uitkomsten van de werkwijze van *Ringeling*.

De proef van *Ringeling*.

De gistingsproeven, waarbij naast *Mac Conkey*-glucose en -lactose ook de overeenkomstige *Ringeling*-vloeistoffen werden gebruikt, leverden slechts geringe verschillen tusschen deze voedingsbodems op. Hier kan dus worden volstaan met een

nadere beschouwing van de *Ringeling*-lactose, ook al op grond van de eigenschappen van B. coli ten opzichte van melksuiker.

Deze bespreking geschiedt het best, door den zuren bouillon te vergelijken met de gal bevattende vloeistof, wier gebruik bij 37° reeds is vergeleken met de methode van *Eykman*. Tevoren werd opgemerkt, dat zij als gistingsvloeistoffen vrijwel gelijke waarde hebben, misschien is het milieu van *Mac Conkey* iets gevoeliger, als reagens op gisting verwekkende organismen.

Hier behoeft dus alleen te worden uitgemaakt, welke van beide de beste resultaten geeft bij het isoleeren van de coli-bacillen.

De proeven, welke voor het beantwoorden van de hierboven gestelde vraag noodig waren, werden op de volgende wijze verricht.

Buizen met *Mac Conkey*- en met *Ringeling*-lactose werden geënt met het te onderzoeken water. De hoeveelheden van het laatste werden zoo gekozen, dat regelmatig gisting werd verkregen. Bij de *Mac Conkey*-oplossing was de reactie steeds zuur, terwijl de vloeistof van *Ringeling* zonder uitzondering fluorescentie en geelkleuring vertoonde. Na verdunning werd de inhoud der gistende buizen nader onderzocht.

In de eerste plaats werden daarvan *gelatineplaten* gegoten. Wanneer deze opkwamen, vertoonden zij voor beide vloeistoffen hetzelfde beeld. Wel gaf nu eens *Mac Conkey*, dan weer *Ringeling* een paar vervloeiers te zien, maar daarnaast bevonden zich alleen meer of minder typische coli-kolonies.

Met de bovengenoemde verdunning werden verder van te voren gegoten platen geënt, welke bestonden uit *Mac Conkey-agar* waarin, evenals in de gelijknamige oplossingen, het natrium-taurocholaat was vervangen door 3 % gal, terwijl in plaats van neutraalrood 10 % lakmoesoplossing was toegevoegd.

Het geheele voorschrift luidt aldus:

In 500 c.m³. leidingwater worden 5 gr. pepton, 5 gr. lactose, 15 c.m³. rundergal en 10 gr. agar door koken opgelost. De vloeistof wordt op de gebruikelijke wijze met eiwit geklaard en daarna gefiltreerd. Op elke 90 c.m³. filtraat wordt dan 10 c.m³. lakmoes-oplossing volgens *Kubel—Tiemann* toegevoegd. Het praeparaat van *Kahlbaum* gaf hierbij de meest diep-blauwe kleur, maar ook

een product van den Onderlingen Pharmaceutischen Groothandel voldeed goed.

Deze agar, die zeer eenvoudig is van samenstelling en in overeenstemming daarmee ook zeer goedkoop, heeft geheel het uiterlijk van den agar volgens *Conradi—Drigalski*, terwijl ook de coli-achtigen er koloniën op vormen, welke geheel gelijk zijn aan die, welke zich op de platen van *Conradi—Drigalski* ontwikkelen.

De resultaten, welke met dezen goedkoopen en gemakkelijk te bereiden agar werden verkregen, zijn zeer bevredigend. Zij staan niet achter bij die, welke met den voedingsbodem van *Endo* of van *Conradi—Drigalski* worden bereikt.

De koloniën, welke door hun roode kleur op den met gal bereiden *Mac Conkey*-agar, uit lactose-splitsers bleken te bestaan, werden afgeënt en verder onderzocht.

Steeds werden op deze wijze bacteriën verkregen, met de algemeene eigenschappen van B. coli, dus niet-vervloeiende, Gram-negatieve staafjes, die glucose en lactose vergisten bij 37°.

Maar *glucose, lactose* en *manniet* werden *ook bij 45°* door *alle* stammen vergist.

Dit sluit geheel met de resultaten der gistingsproeven, waarbij slechts geringe verschillen tusschen glucose en lactose en tusschen 37° en 45° werden gevonden.

Verder gaven alle culturen fluorescentie en geelkleuring in de vloeistof volgens *Bulir* of volgens *Ringeling*, soms sterk, soms zwak.

Alle stammen vormden indol binnen 7 dagen bij 37° (in één geval zeer zwak), terwijl melk onder dezelfde omstandigheden steeds zuur werd, maar niet altijd gestremd. De stremming ontbrak in 6 van de 11 gevallen. Van deze 6 coliachtigen waren 3 door isolatie uit een *Ringeling*- en de 3 andere uit een *Mac Conkey*-buis verkregen. Dus ook in dit opzicht was geen verschil te ontdekken.

Maar er dient nog een andere ervaring te worden medegedeeld, die wel wijst op verschil in de beide vloeistoffen.

Bij het onderzoek gebeurde het eens, dat de met water geënte *Ringeling*- en *Mac Conkey*-lactosebuizen inplaats van 24 uren zooals gewoonlijk, 48 uren bij 37° bleven staan, en een ander

maal was dit zelfs gedurende 72 uren het geval. En of dit nu alleen is toe te schrijven aan den zuren bouillon van *Ringeling* kan nu wel niet uit deze twee waarnemingen met zekerheid worden afgeleid, maar de overenting uit de *Ringeling*-buis gaf in het eerste geval alléén een spaarzamen groei op den *Mac Conkey*-agar, niet op de gelatineplaten, terwijl in het tweede geval ook de enting op de *Mac Conkey*-plaat geen resultaat meer gaf.

De *Mac Conkey*-buizen hadden blijkbaar niet geleden, daar hieruit colibacillen konden worden gekweekt.

Zoo men nu moet kiezen tusschen de beide vloeistoffen, dan dient de keuze te vallen op de *Mac Conkey*-lactose. Zij is voor het doel minstens even geschikt en daarbij goedkooper dan de bouillon volgens *Ringeling*.

Wordt nu bij het onderzoek van water op colibacillen op de aangegeven gronden als eerste cultuurmedium gebruik gemaakt van de oplossing met pe(pton), ga(l), l(akmoes) en lac(tose), de „pegallac"-vloeistof, dan kan het isoleeren der bacteriën geschieden met den overeenkomstig samengestelden „pegallac"-agar.

Als aanhangsel bij dit hoofdstuk zijn de resultaten medegedeeld van de gistingsproeven, waarover reeds meermalen is gesproken.

Bij nadere beschouwing kan daaruit worden afgeleid, dat de temperatuur van 37° voor de gistingsproeven iets gunstiger is dan die van 45°, en dat glucose iets gemakkelijker wordt vergist dan lactose.

Aan het slot van dit hoofdstuk mag een schema voor de bepaling van het colititer = gistingstiter en voor het isoleeren van B. coli een plaats vinden.

Voor de bepaling van het colititer worden vier series ieder van vijf buizen ingezet, waarbij de pegallac-vloeistof wordt gebruikt en wel op de volgende wijze.

Serie I: 5 buizen met 5 c.m³. triplex-pegallac-vloeistof worden bedeeld met 10 c.m³. van het te onderzoeken water.

Serie II: 5 buizen met 10 c.m³. sesquiplex-pegallac-vloeistof worden elk bedeeld met 5 c.m³. van het te onderzoeken water.

Serie III: 5 buizen met 10 c.m³. enkelvoudige-pegallac-vloeistof worden elk bedeeld met 3 c.m³. van het te onderzoeken water.

Serie IV: 5 buizen als bij serie III worden elk bedeeld met 1 c.m³. van het te onderzoeken water.

Te zamen worden op deze wijze 95 c.m³. water onderzocht.

Bij deze wijze van proefnemen kunnen zich allerlei gevallen voordoen, zoodat de juiste bepaling van het colititer moeilijkheden oplevert.

Wanneer alle buizen van serie I gisten, en dit met geen der andere buizen het geval is, dan zijn 10 c.m³. water de kleinste hoeveelheid, waarin zich coli-bacillen bevinden en is 10 dus het colititer. Dezelfde opvatting geldt ook voor de andere seriën. De zaak is dan vrij eenvoudig.

Lastiger is de beslissing, zoo het verloop van de proef minder regelmatig is, b.v.: de geheele serie I gist, maar slechts een deel der buizen van de 2e serie, terwijl serie III en IV geen gisting vertoonen. Het best kan dan worden aangenomen, dat serie II positief moet. worden geacht, zoo deze drie of meer gistende buizen vertoont. Het colititer wordt in deze gevallen dus 5. Gisten er slechts een of twee buizen, dan is de serie negatief en wordt het colititer 10.

Ook deze aanname is nog eenvoudig. Het geval kan zich ook zóó voordoen, dat alle buizen van serie I gisten, twee van serie II en twee van serie III, d.w.z. vier buizen beneden serie 1.

Het meest aangewezene is nu aan te nemen, dat deze vier buizen alle in serie II thuis behooren, zoodat deze positief wordt. Op dezelfde wijze kan ook bij nog onregelmatiger verdeeling der gistende buizen over de verschillende seriën worden gehandeld. Men vervangt dus de niet gistende buizen eener lager genummerde serie, door gistende buizen uit een hooger genummerde, en ziet dan welke serie nog als positief moeten worden beschouwd, waaruit dan het colititer wordt afgeleid.

Het isoleeren der colibacteriën kan nu eenvoudig geschieden, door een entoog van den inhoud eener gistende buis te brengen in 10 c m³. steriel leidingwater, waarna wederom een entoog van deze verdunning wordt uitgestreken op een pegallac-agarplaat, of beter nog op twee van dergelijke platen ieder een entoog der verdunning. De agarplaten worden een dag te voren reeds gegoten. Na de enting volgt het broeden bij 37° gedurende 24 uren. Na dien tijd steekt men eenige helroode koloniën af en ent daarmee pepton-lakmoes-lactose buizen, die bij 37° zuur moeten worden onder gasontwikkeling. Het verdere onderzoek geschiedt dan vervolgens op de gebruikelijke wijze.

AANHANGSEL BIJ HOOFDSTUK II.

Vergelijkende Gistingsproeven.

De cultuurvloeistoffen waarmee de proeven zijn genomen, werden reeds in het voorgaande hoofdstuk beschreven.

De gebruikte afkortingen hebben de volgende beteekenis: A. = alcalisch; Fl. = fluorescentie; G. = gas; Gl. = geel; H. = helder; Ok. = ontkleuring; Tr. = troebel en Z. = zuur.

De waarnemingen welke in de tabellen zijn genoteerd, werden 24 uren na het inzetten der proeven verricht.

Alleen dan is Tr. aangegeven, wanneer de troebeling der vloeistof niet uit de andere gegevens volgt.

De eerste tabel bevat het resultaat van vergelijkende proeven met Eykman-glucose en Eykman-manniet bij 42° en 45°, in alle andere gevallen zijn de temperaturen van 37° en 45° vergeleken.

Proef van den 21sten Juli 1917. Water uit de Lek.
Temperatuur van het water 20°.

Hoeveelheid onderzocht water in ccm.	Temperatuur bij de proefneming.	Eykman-glucose		Eykman-manniet	
		na 24 uur.	na 48 uur.	na 24 uur.	na 48 uur.
0.2	42°	G.	G.	G.	G.
0.1		id.	id.	Tr.	Tr.
0.08		id.	id.	G.	G.
0.06		id.	id.	H.	H.
0.04		id.	id.	G.	G.
0.02		id.	id.	id.	id.
0.01		Tr.	Tr.	id.	id.
0.2	45°	Tr.	G.	Tr.	G.
0.1		id.	Tr.	id.	Tr.
0.08		id.	id.	id.	G.
0.06		id.	G.	id.	Tr.
0.04		id.	id.	id.	id.
0.02		id.	id.	H.	G.
0.01		H.	H.	H.	H.

Proef van den 27sten Augustus 1917. Water uit de Lek. Temperatuur van het water 19°.5. Stand der rivier: 2.90 M. + A.P.

Hoeveelheid onderzocht water in ccm.	Temperatuur bij de proefneming.	Ringeling-glucose.	Ringeling-lactose.	Mac Conkey-glucose.	Mac Conkey-lactose.	Pepton-lakmoes-glucose.	Pepton-lakmoes-lactose.	Eykman-glucose.	Eykman-manniet.	Glucose-bouillon.
0.2	37°	G. Fl.	G. Fl.		G. Ok.					
0.1		id.	id.		id.					
0.05		id.	id.		id.					
0.02		id.	id.		id.					
0.01		id.	id.		id.					
0.2	45°							G.	G.	
0.1								id.	id.	
0.05								id.	id.	
0.02								H.	Tr.	
0.01								H.	id.	

Proef van den 1sten November 1917. Water uit de Lek. Temperatuur van het water 8°. Stand der rivier 3.45 M. + A.P.

Hoeveelheid onderzocht water in ccm.	Temperatuur bij de proefneming.	Ringeling-glucose.	Ringeling-lactose.	Mac Conkey-glucose.	Mac Conkey-lactose.	Pepton-lakmoes-glucose.	Pepton-lakmoes-lactose.	Eykman-glucose.	Eykman-manniet.	Glucose-bouillon.
0.2	37°		G.		Z. G.					G.
0.1			id.		id.					id.
0.05			id.		id.					id.
0.02			G. Fl.		id.					id.
0.01			G.		A.					id.
0.2	45°						Z. G.	Tr.	G.	
0.1							id.	id.	Tr.	
0.05							A. Tr.	id.	G.	
0.02							Z. G.	id.	id.	
0.01							id.	id.	H.	

Proef van den 4den Januari 1918. Water uit de Lek.
Temperatuur van het water 0°.5. Stand der rivier 1.60 M. + A.P.

Hoeveelheid onderzocht water in ccm.	Temperatuur bij de proefneming.	Ringeling-glucose.	Ringeling-lactose.	Mac Conkey-glucose.	Mac Conkey-lactose.	Pepton-lakmoes-glucose.	Pepton-lakmoes-lactose.	Eykman-glucose.	Eykman-manniet.	Glucose-bouillon.
0.2	37°	G. Fl.	G.Fl. Gl.	Z. G.	Z. G.	Z. G.	Z. G.			
0.1		id.	id.	id.	id.	id.	id.			
0.05		id.	G.	id.	id.	id.	id.			
0.02		G.Fl. Gl.	id.	id.	id.	id.	id.			
0.01		H.	id.	id.	Z.	id.	H.			
0.2	45°	G.Fl. Gl.	G. Fl.			Z. G.	Z. G.			
0.1		id.	id.			id.	id.			
0.05		id.	id.			id.	id.			
0.02		id.	id.			H.	id.			
0.01		id.	H.			id.	id.			

Proef van den 1sten September 1917. Water uit de Stadsgracht.
Temperatuur van het water 16°.

Hoeveelheid onderzocht water in ccm.	Temperatuur bij de proefneming.	Ringeling-glucose.	Ringeling-lactose.	Mac Conkey-glucose.	Mac Conkey-lactose.	Pepton-lakmoes-glucose.	Pepton-lakmoes-lactose.	Eykman-glucose.	Eykman-manniet.	Glucose-bouillon.
0.2	37°	G. Fl.	G. Fl.		Z. G.					G.
0.1		G.	G.		id.					id.
0.05		G. Fl.	G. Fl.		Z.					id.
0.02		Tr.	Tr.		Z. G.					Tr.
0.01		id.	H.		id.					id.
0.2	45°							Tr.	Tr.	
0.1								id.	id.	
0.05								id.	id.	
0.02								H.	id.	
0.01								id.	H.	

Proef van den 14den Januari 1918. Water uit de Linge.
Temperatuur van het water 0°.5.

Hoeveelheid onderzocht water in ccm.	Temperatuur bij de proefneming.	Ringeling-glucose.	Ringeling-lactose.	Mac Conkey-glucose.	Mac Conkey-lactose.	Pepton-lakmoes-glucose.	Pepton-lakmoes-lactose.	Eykman-glucose.	Eykman-manniet.	Glucose-bouillon.
0.2	37°	G. Fl.	G.	Z. G.	Z. G.	Z. G.	Z. G.			
0.1		id.	id.	id.	id.	id.	id.			
0.05		G.	G. Fl.	id.	id.	id.	id.			
0.02		id.	id.	id.	id.	id.	id.			
0.01		id.	id.	id.	id.	id.	id.			
0.2	45°	G. Fl.	G. Fl.			Z. G.	Z. G.			
0.1		id.	id.			id.	id.			
0.05		id.	id.			id.	id.			
0.02		Fl. [1])	id.			id.	id.			
0.01		G. Fl.	id.			id.	id.			

Proef van den 6den Maart 1918. Water uit den put a/d. Havendijk.
Temperatuur van het water 9°.

Hoeveelheid onderzocht water in ccm.	Temperatuur bij de proefneming.	Ringeling-glucose.	Ringeling-lactose.	Mac Conkey-glucose.	Mac Conkey-lactose.	Pepton-lakmoes-glucose.	Pepton-lakmoes-lactose.	Eykman-glucose.	Eykman-manniet.	Glucose-bouillon.
10	37°		G. Fl.		Z. G.					
10			Fl.		Tr.					
5			id.		id.					
5			id.		id.					G.
3			id.		id.					Tr.
3			id.		id.					id.
2			id.		id.					id.
2			id.		id.					id.
1			id.		id.					id.
1			id.		id.					id.
10	45°					Z. G.				
10						Z.				
5						id.				
5						id.				
3						A.				
3						Z.				
2						id.				
2						id.				
1						id.				
1						id.				

[1]) Na 48 uren vertoont deze buis Fl. Gl. maar geen G. Uit deze buis werd de neutraalrood reduceerende sporevormer geisoleerd.

Proef van den 20sten October 1917. Water uit den put aan de Markt.

Temperatuur van het water 12°.

Hoeveelheid onderzocht water in ccm.	Temperatuur bij de proefneming.	Ringeling-glucose.	Ringeling-lactose.	Mac Conkey-glucose.	Mac Conkey-lactose.	Pepton-lakmoes-glucose.	Pepton-lakmoes-lactose.	Eykman-glucose.	Eykman-manniet.	Glucose-bouillon.
0.2	37°	G.	G.		Z. G.					G.
0.1		id.	id.		id.					id.
0.05		id.	id.		id.					id.
0.02		id.	id.		id.					id.
0.01		id.	id.		id.					id.
0.2	45°				Z. G.		Z. G	G.	G.	
0.1					id.		id.	id.	id.	
0 05					id.		id.	Tr.	Tr.	
0.02					id.		id.	G.	G.	
0.01					id.		id.	id.	id.	

Proef van den 27sten September 1917. Water uit den put aan de Zandstraat.

Temperatuur van het water 12°.

Hoeveelheid onderzocht water in ccm.	Temperatuur bij de proefneming.	Ringeling-glucose.	Ringeling-lactose.	Mac Conkey-glucose.	Mac Conkey-lactose.	Pepton-lakmoes-glucose.	Pepton-lakmoes-lactose.	Eykman-glucose.	Eykman-manniet.	Glucose-bouillon.
0.5	37°	G. Fl.	G. Fl.		G. Ok.					
0.2		id.	id.		id.					
0.1		id.	id.		Tr.					
0.05		G.	G.		G. Ok.					
0.02		H.	H.		id.					
0.5	45°						Z. G.	G.	G.	
0.2							id.	id.	id.	
0.1							id.	id.	id.	
0.05							id.	id.	id.	
0.02							Tr.	id.	id.	

Water uit den put aan den Oostersingel.

Proef van den 12den Januari 1918. Temp. v. h. water 9°.				Proef van den 11den Februari 1918. Temp. v. h. water 8°.5.			
Hoeveelheid onderzocht water in ccm.	Temperatuur bij de proefneming.	Mac Conkey-lactose.	Pepton-lakmoes-glucose.	Hoeveelheid onderzocht water in ccm.	Temperatuur bij de proefneming.	Mac Conkey-lactose.	Pepton-lakmoes-glucose.
100	37°	Z. G.	Z. G.		37°		
50		id.	id.	25		A. Tr.	A. Tr.
10		id.	id.	10		id.	id.
5		Tr.	id.	5		id.	id.
2		id.	Tr.	2		id.	id.
1		id.	id.	1		id.	id.
100	45°	Z. G.	Z. G.		45°		
50		id.	id.	25		H.	A. Tr.
10		Tr.	id.	10		id.	id.
5		id.	Tr.	5		id.	id.
2		id.	id.	2		id.	id.
1		id.	id.	1		id.	id.

Uit de gistingsproeven valt het volgende af te leiden.

In de eerste plaats is het wel duidelijk, dat manniet zich geheel gedraagt als glucose, terwijl dit ook met lactose nagenoeg het geval is, maar toch wordt de laatste stof iets moeilijker vergist.

Verder valt op te merken, dat lactose, door de meeste watersoorten ook bij 45° wordt ontleed onder zuur- en gasvorming.

Wat de temperatuur betreft kan 37° voor de gisting iets gunstiger worden genoemd dan 45°, maar ook hier zijn de verschillen gering.

Dit alles sluit wel met de eigenschappen der colibacillen en der „para"colibacillen, zooals deze bij het qualitatieve bacteriologische onderzoek van het water uit de Lek, uit de Linge en uit de waterleiding in een der volgende hoofdstukken worden beschreven en met de eigenschappen, die in het voorgaande hoofdstuk bij de behandeling van de proef van *Ringeling* voor verschillende coli-stammen zijn aangegeven.

Ook de verschillende vloeistoffen waarin de glucose, lactose en manniet zijn opgelost, komen nagenoeg overeen.

Ten slotte mag men op grond van de proeven, de volgende gistings- of colititers voor de verschillende watersoorten aannemen, waaronder dan moet worden verstaan de kleinste hoeveelheid water, welke bij 37° nog vergisting van een lactose bevattende cultuurvloeistof veroorzaakt.

Voor het water uit de Lek	0.01	c.cm.
„ „ „ „ de Stadsgracht	0.01	„
„ „ „ „ de Linge	0.01	„
„ „ „ „ den put aan den Havendijk	± 10	„
„ „ „ „ „ „ „ de Markt . .	0.01	„
„ „ „ „ „ „ „ de Zandstraat.	0.01	„
„ „ „ „ „ „ „ den Oostersingel voor den 12den		

Januari: 10 ccm., voor den 11den Februari minstens 25 ccm. (Dergelijke groote verschillen komen meer voor, zoo men het water uit een schachtput op verschillende dagen onderzoekt).

HOOFDSTUK III.

Eenige opmerkingen over de Hydrologie en de Geologie van de Neder-Betuwe.

Alvorens over te gaan tot de beschrijving van het water uit de Lek en uit verschillende openbare wateren en putten van de Neder-Betuwe, is het gewenscht eenige opmerkingen te maken over de hydrologie van deze landstreek en de samenstelling van haar bodem.

Het geheele land tusschen den Rijn en de Lek aan de eene zijde en de Waal aan den anderen kant watert af op de Linge, het bekende „kleine riviertje", dat midden door dit gebied stroomt. Hieruit volgt, dat de Betuwe in het midden het laagst is, wat voor de Neder-Betuwe, de streek tusschen de Lek en de Linge, een helling beteekent van noord naar zuid, zoodat het hoogste gedeelte van dit land ligt aan de zijde van de Lek.

Bij deze ligging is het wel duidelijk, dat de Lek geen verontreinigingen uit het Betuwsche polderland kan ontvangen.

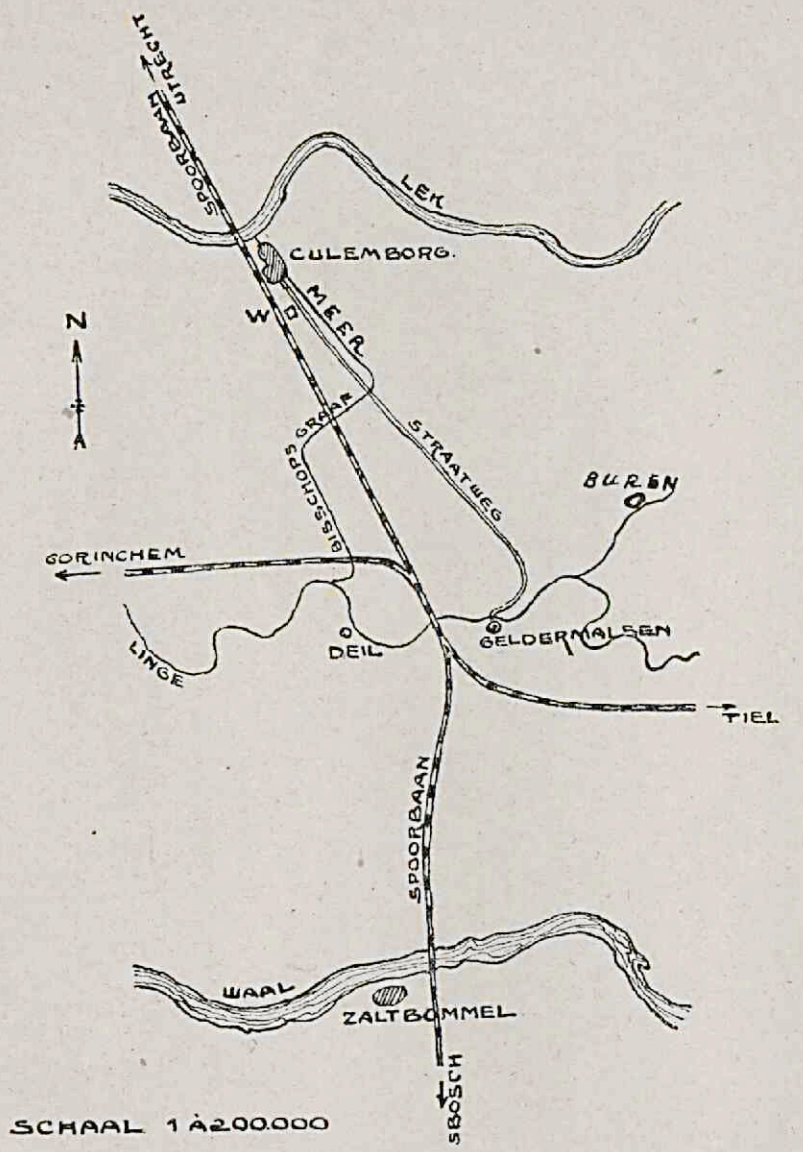
Ook de landen op den rechteroever loozen hun water niet op deze rivier, maar naar het noorden; zij behooren tot het gebied van de Zuiderzee [1]).

De verontreiniging van de Lek is dus in hoofdzaak afhankelijk van den toestand, waarin het water uit den Rijn zich op de hoogte van Wijk bij Duurstede bevindt, de plaats, waar de laatste naam van de rivier door den eersten wordt vervangen.

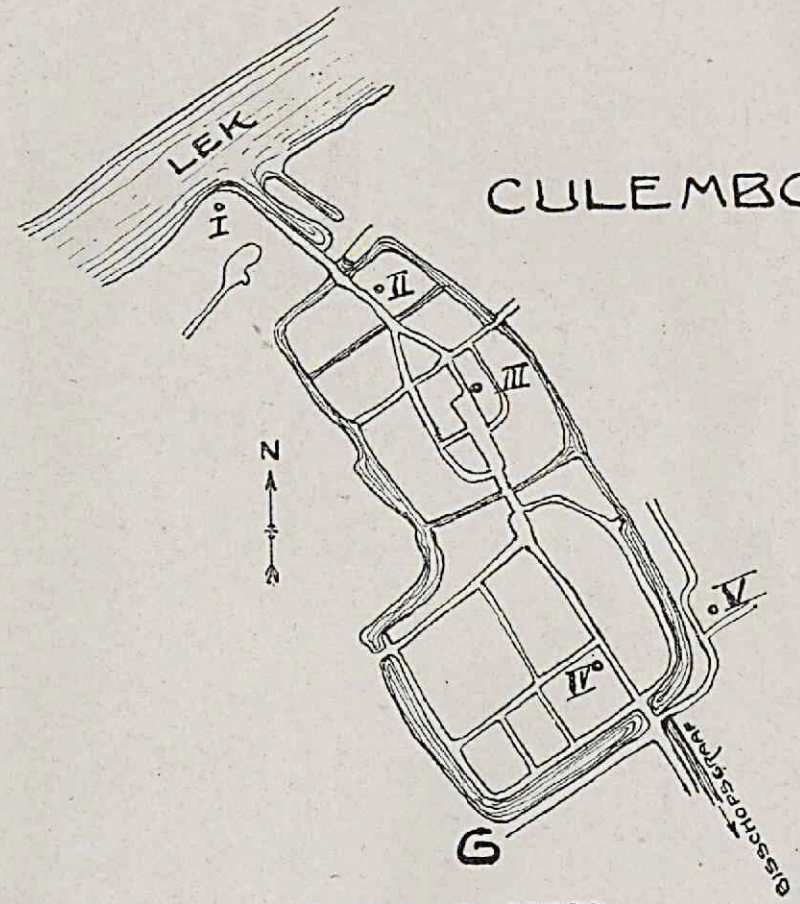
Toch kan het proces der zelfreiniging ook beneden dit plaatsje niet geheel ongestoord voortgang hebben, daar de waarden, die

---

[1]) *Beekman*, Nederland als Polderland.



SCHAAL 1 À 200.000



SCHAAL 1 A 20.000.

's zomers als hooi- en weilanden worden gebruikt, en die 's winters dikwijls onder water staan, steeds eenige nieuwe verontreinigingen aan de oude zullen toevoegen, evenals de schipperij, waarvan de belangrijkheid van jaar tot jaar toeneemt.

Wanneer nu de rivier hoog staat, dringt haar water onder de dijken door in het laag gelegen polderland en vermengt zich daar met den inhoud van slooten en watergangen, om tenslotte weer langs de Linge te worden afgevoerd naar het kanaal van Steenenhoek door sluizen, die de regeling van den waterstand op het gekanaliseerde stroompje mogelijk maken.

Maar er zijn ook tijden, dat de „kwel" slechts gering is en dus het inlaten van water noodig wordt om den waterstand in de polders op peil te houden.

Dit kan nu o.a. geschieden door een sluis in de haven van Culemborg, die het water brengt op de stadsgrachten. Deze voeren het weer naar de Meer, zooals het eerste gedeelte van den Bisschopsgraaf heet, een oude waterweg van Culemborg naar de Linge, welke tegenwoordig minder voor de scheepvaart dient, dan wel voor den afvoer van water, en die tegenover Deil door een sluis met de Linge in verbinding staat.

Een en ander is op het in dit hoofdstuk geplaatste schetskaartje aangegeven.

Men vindt daarop, de Lek, de Linge en de Waal, gesneden door den spoorweg van Utrecht naar den Bosch, en ook den straatweg van Culemborg naar laatstgenoemde plaats.

Aan de Korne, een zijtak van de Linge, ligt Buren; Deil vindt men ten westen van Geldermalsen. De Meer is ten oosten van den straatweg te vinden.

Tusschen den spoorweg en den straatweg liggen de terreinen van de waterleiding met de bronnen en de gebouwen, op ongeveer een halven kilometer van de zuidelijke grens der stad.

Naast het kaartje van de streek, waarover het onderzoek zich uitstrekt, is een plattegrond van Culemborg geplaatst, waarop de onderzochte putten met romeinsche cijfers zijn aangegeven, te beginnen met den nortonput van het Veerhuis als I en verder gaande naar het zuiden, waar aan den Oostersingel put V te vinden is.

Voor deze putten en boringen, voor de samenstelling van het door hen geleverde water tenminste, is de gesteldheid van den bodem van beteekenis, zooals reeds vroeger werd opgemerkt.

Deze is, uit het oogpunt van de waterwinning gezien, zeer eenvoudig. Onder een, aan de oppervlakte liggende laag rivierklei van wisselende, maar nooit belangrijke dikte, bevinden zich zeer diepe lagen zand en grint van verschillende fijnheid, die soms nog weer door een kleilaag worden onderbroken; hier en daar wordt nog wat veen aangetroffen.

Een vrij duidelijk inzicht in den oppervlakkigen geologischen bouw van dit delta-gebied geven de boorstaten, welke hieronder zijn opgenomen.

Zij zijn zoo goed mogelijk gerangschikt van oost naar west, dus in de richting waarin ook het water zich beweegt.

Boring bij de school te Ingen, een dorpje, een drietal kilometers ten Westen van Lienden, dat ongeveer tegenover Rhenen ligt.

0 M.— 2 M.: zwarte humusrijke klei.
2 M.— 3 M.: leem.
3 M.— 7 M.: zand overgaande in fijn geel grint.
7 M.—10 M.: bruinrood zand en fijn grint.
10 M.—11 M.: klei.
11 M.—20 M.: meer of minder fijn zand en grintlagen.
20 M.—22 M.: laag van grover zand en grint.
(Opgave van het Gemeentebestuur van Lienden).

Zeer opmerkelijk is het verschil tusschen de samenstelling van het water boven en onder de kleilaag, welke op 10 M. diepte gevonden wordt, zooals uit de onderstaande analysen blijkt (1911).

Scheikundige analysen.	Boring I. c.a. 9 M. diep.	Boring II. c.a. 22 M. diep.
Helderheid bij oppompen	helder	helder
Helderheid na 24 uren staan	helder	troebel door ijzerverbindingen
Droge stof bij 100°	850.—	210.— mgr. per liter
Chloorion (Cl)	131.3	14.2 mgr. per liter
Salpeterzuurion (NO_3)	aanwezig	0.— mgr. per liter
Salpeterigzuurion (NO_2)	0.—	0.— mgr. per liter
Ammoniumion (NH_4)	3.1	0.5 mgr. per liter
Totale hardheid in D°. volgens W. Pf.	23°.5	10°.6
Kaliumpermanganaatcijfer	20.9	5.9 mgr. per liter

Hoewel bij het onderzoek van deze twee monsters water uit Ingen niet alle bestanddeelen werden bepaald, zijn de resultaten toch van beteekenis, omdat hiermee het verschil wordt gedemonstreerd, dat tusschen het water uit diepe boringen en schachtputten in de Neder-Betuwe steeds wordt gevonden.

Tot beter begrip dient te worden medegedeeld hoe deze laatstgenoemde putten in den regel worden geconstrueerd.

In den bodem wordt een gat gegraven van meer dan 1 M. middellijn door de kleilaag en in het zand, totdat een „wel" gevonden is. Daarna wordt de putwand opgetrokken, waarbij meestal de onderste lagen der steenen worden gestapeld, terwijl het bovengedeelte van den put gemetseld wordt. Soms is ook alles metselwerk of maakt men gebruik van de bekende ringen van beton.

Bij de oudere putten is de wand in den regel een halven meter boven den grond opgemetseld, terwijl een afdekking dan ontbreekt. Het water wordt op aartsvaderlijke wijze met een emmer omhoog gehaald.

Meer modern is het afdekken van den put onder den grond met een kluis, wat het gebruik van een pomp noodzakelijk maakt.

Nu is de boring van c.a. 9 M. bij Ingen, tenminste wat de grondlagen betreft, waaraan het water wordt onttrokken, te vergelijken met een diepen schachtput, en bij nadere beschouwing van de analysen begrijpt men de voorkeur der bevolking voor deze middelen van drinkwatervoorziening, die in tegenstelling met de diepboringen, water geven, dat bij staan niet troebel wordt door ijzerverbindingen, welke in onoplosbaren vorm overgaan.

Een tweede analyse van water uit een ondiepe boring, waarvan overigens geen gegevens ter beschikking staan, nu te Lienden, kan het bovenstaande nog bevestigen.

Het geldt hier een nortonput, van ongeveer 5 M. diepte, waarvan het open ondereinde zich bevindt in een zand en grintlaag, welke naar boven is afgesloten door een laag klei van ruim twee meters dikte.

De scheikundige analyse gaf de volgende resultaten (in 1913).

Helderheid bij oppompen	helder.
Helderheid na 24 uren staan	idem.
Droge stof bij 100°	840.— mgr. per liter.
Chloorion (Cl)	71.— mgr. per liter.
Salpeterzuurion (NO_3)	aanwezig.
Salpeterigzuurion (NO_2)	0.— mgr. per liter.
Ammoniumion (NH_4)	0.— mgr. per liter.
Totale hardheid in D.° volgens W. Pf. .	25°.2.
Kaliumpermanganaatcijfer	17.5 mgr. per liter.

Ook bij deze ondiepe boring is het water ijzervrij. Het quantitatieve bacteriologische onderzoek gaf gunstige resultaten. Op bouillongelatine werden slechts 15 koloniën per c.m³. gevonden in het monster, dat na enkele minuten pompen werd opgevangen. Even kiemarm was het water na c.a. $^1/_2$ uur pompen.

De gistingsproef van *Eykman* bij 45° met 100 c.m³. water verliep negatief.

De nu volgende boring is verricht ten behoeve van de boterfabriek te *Buren*, in de nabijheid van de Korne.

Zij deed de volgende grondlagen kennen, volgens de opgave van den directeur der fabriek.

0.– M.— 1.– M.: bruine klei en zand.
1.– M.— 2.7 M.: blauwe klei.
2.7 M.— 4.– M.: blauwe klei met sporen veen.
4.– M.—34.5 M.: grof en fijn zand en grint.
34.5 M.—41.3 M.: zand en klei.

Het water uit deze boring is niet geanalyseerd, maar zeer dicht in de nabijheid is een tot c.a. 30 M. diepte geboorde nortonput te vinden. Bij het boren hiervan werden dezelfde lagen gepasseerd als hierboven zijn aangegeven. De analyse van het water gaf de volgende resultaten (1911).

Helderheid bij oppompen	helder.
Helderheid na 24 uren staan	troebel door ijzerverbindingen.
Droge stof bij 100°	410.— mgr. per liter.
Chloorion (Cl)	17.8 mgr. per liter.

Salpeterzuurion (NO_3)	0.— mgr. per liter.
Salpeterigzuurion (NO_2)	0.— mgr. per liter.
Ammoniumion (NH_4)	spoor.
Totale hardheid in D.° volgens W. Pf. .	18°.8.
Kaliumpermanganaatcijfer	10.— mgr. per liter.

In hoofdzaak komt dit water overeen met dat uit de diepe boring te Ingen; de hardheid is echter grooter.

Ook voor Buren geldt hetgeen te Ingen en te Lienden werd opgemerkt, dat putten van geringere diepte water geven, hetwelk ook bij staan helder blijft, dus geen ferrohydrocarbonaat of humuszuurijzer bevat.

Een geschikt voorbeeld daarvan geeft een put in het plantsoen, dat buiten het stadje is gelegen en waar de omstandigheden voor het verkrijgen van zuiver water op minder groote diepte gunstig zijn.

De bedoelde put is c.a. 6 M. diep en goed gebouwd en afgekluisd, zoodat verontreiniging van den inhoud niet licht zal plaats grijpen door invallend vuil, of zakwater. De resultaten van het onderzoek zijn met dezen gunstigen toestand in overeenstemming.

De scheikundige analyse gaf de volgende cijfers (in 1911).

Helderheid ook na 24 uren staan . . .	Helder.
Droge stof bij 100°	1120.— mgr. per liter.
Chloorion (Cl)	106.5 mgr. per liter.
Salpeterzuurion (NO_3)	aanwezig.
Salpeterigzuurion (NO_2)	0.— mgr. per liter.
Ammoniumion (NH_4)	0.— mgr. per liter.
Totale hardheid in D.° volgens W. Pf. .	23°.9.
Kaliumpermanganaatcijfer	16.8 mgr. per liter.

Het bacteriologische onderzoek gaf de volgende uitkomst:

Aantal koloniën per c.m³. water op bouillongelatine na 2 dagen: 144, terwijl de proef van *Eykman* met 100 c.m³. water genomen negatief verliep.

Vergelijkt men dezen schachtput met de ondiepe nortonputten te Ingen en Lienden, dan is er wel verschil, maar groot is dit niet en de aard van het water is vrijwel dezelfde.

Waar hier toch sprake is van Buren, moge een mededeeling

haar plaats vinden, die een typisch licht werpt op de geschiedenis van het drinkwatervraagstuk.

Op de markt van het plaatsje, nagenoeg tegen de kerk, staat een pomp op een nu onzichtbaren schachtput. In de pomp is een steen gemetseld met het volgende opschrift, dat duidelijk laat zien, hoe uit een brandput een middel tot drinkwatervoorziening werd.

De inscriptie luidt:

„Crassante flamma sum civibus solatio."
MDCCXXXII.

Gaat men nu 9 à 10 K.M. verder naar het noord-westen, in de richting van de Lek, dan komt men op Redichem, een oude heerlijkheid, die nu het oostelijke, landelijke deel vormt van de gemeente Culemborg. Hier is in 1907 een boring [1]) verricht, waarvan de uitkomsten hier volgen.

0.— M.— 1.45 M.: bruine klei.
1.45 M.— 9.50 M.: zand met fijn grint.
9.50 M.—12.40 M.: vuil scherp zand met klei.
12.40 M.—19.85 M.: vuil scherp zand.
19.85 M.—20.— M.: vuil scherp zand met veen.
20.— M.—21.25 M.: vuil grof zand met klei.
21.25 M.—32.30 M.: grof en soms scherp zand met biggels.

De scheikundige samenstelling van het uit deze boring verkregen water is hieronder aangegeven.

Residu bij indamping op 100° C. . .	344.— mgr. per liter.
Calciumoxyde	12.4 [2]) mgr. per liter.
IJzeroxydule	5.5 mgr. per liter.
Ammonia	0.75 mgr. per liter.
Organische stof (kaliumpermanganaat)	4.4 mgr. per liter.
Chloor	16.— mgr. per liter.
Salpeterigzuur en Salpeterzuur . . .	afwezig.

(Analyse Dr. G. J. W. Bremer 1907).

---

1) *Schotel*, Verslag betreffende eene drinkwaterleiding voor de Gemeente Culemborg, 1907.

2) Vermoedelijk is dit een drukfout. De hardheid van het water op Redichem is in den regel, ook bij diepere nortonputten, zoo hoog, dat 12.4 mgr. calciumoxyde deze niet kunnen veroorzaken.

Volgt men nu nog een kwartier lang den loop der rivier, dan vindt men in den Havenwaard bij Culemborg het Veerhuis (zie plattegrond bij I.)

Eenige opgaven omtrent de gegevens, welke een c.a. 20 M. diepe boring hier opleverde, doen zien, dat dit buitendijksche terrein niet veel verschilt van het binnendijks gelegene.

1 M.— 3 M.: opgebrachte aarde en steengruis.
3 M.— 5 M.: zandige klei.
5 M.— 9 M.: zand met wat klei of leem.
9 M.—11 M.: grof zand en fijn grint.
11 M.—12 M.: blauwe klei.
12 M.—20 M.: steeds grover wordend zand en grint.

De analyse van het water, dat in dit terrein op een diepte van 18 M. werd verkregen, wordt later bij de bespreking der waterleiding medegedeeld.

Niet ver van het Veerhuis, maar iets lager aan de rivier en binnendijks ligt een boomgaard, de Stadsdoelen, in den noordwestelijken hoek der stad tegen den bandijk aan.

Ook hier is geboord, maar niet met het oog op het winnen van drinkwater, zoodat geen groote diepte werd bereikt.

Toch zijn de uitkomsten wel interessant; zij volgen hieronder:

0.— M.— 1.8 M.: opgebrachte aarde.
1.80 M.— 4.— M.: blauwe klei.
4.— M.— 4.75 M.: veen.
4.75 M.—10.— M.: blauwe klei.
10.— M.—11.— M.: klei met zand.
Hierna komt een laag zeer grof zand.

De samenstelling van den bodem is op dit punt nogal afwijkend van die, welke bij het Veerhuis werd gevonden.

Ten slotte dient nog melding te worden gemaakt van de boringen in het terrein der waterleiding, dat op het schetskaartje met een W is aangegeven.

Daar werd gevonden:

0.— M.— 2.— M.: bruine klei.
2.— M.— 3.— M.: klei met weinig zand.
3.— M.— 6.25 M.: zand met eenig grint.
6.25 M.— 7.— M.: spier [1]).
7.— M.— 7.50 M.: vette klei.
7.50 M.—37.— M.: grover en fijner zand en grint.

Ook hier vindt men op betrekkelijk geringe diepte een tweede kleilaag (7 M.—7.50 M.) evenals te Ingen (10 M.—11 M.), een laag, die echter in Buren — meer in het midden der Betuwe gelegen — niet aanwezig schijnt te zijn. Op Redichem ontbreekt deze laag ook, maar daar wordt wel van 9.50 M.—12.40 M. met klei gemengd zand gevonden. Weer iets anders is de toestand bij het Veerhuis, waar na lagen klei met zand en zand met klei weer van 11 M.—12 M. blauwe klei aanwezig is; terwijl de boring in den Stadsdoelen gekenmerkt is door het veen (4 M.—4.75 M.) en door het, behalve in deze laag, tot een diepte van 11 M. steeds voorkomen van klei.

Naast punten van overeenkomst, zijn er dus ook verschillen aan te wijzen.

Bij het boren op het terrein der waterleiding werd op c.a. 18 M. diepte een monster water genomen. De analyse hiervan zal bij de bespreking van de waterleiding worden medegedeeld naast die van het water, dat door deze gemeentelijke centrale watervoorziening wordt gedistribueerd, en dat onttrokken wordt aan de zand- en grintlagen, welke tusschen 35 M. en 40 M. onder het maaiveld worden gevonden.

Na deze opmerkingen over den hydrologischen en den geologischen toestand van de Neder-Betuwe kan worden overgegaan tot de beschrijving van het water uit de Lek en een nadere beschouwing van het zak- en bodemwater in die streek [2]).

---

[1]) Blauw-grijze klei.

[2]) Zie over de grondsoorten in de Betuwe ook het „Verslag omtrent het onderzoek der Grondsoorten in de Betuwe" van *Seelheim* (1883).

HOOFDSTUK IV.

De Beschrijving van het Water uit de Lek en van het Oppervlaktewater van de Neder-Betuwe.

Het scheikundige onderzoek.

Een der meest opvallende verschijnselen, welke de Lek te aanschouwen geeft, is het gestadig en soms zeer snel wisselen van den waterstand. Het is van te voren wel waarschijnlijk te achten, dat met de hoeveelheid water in de rivier ook de samenstelling daarvan zal wisselen.

Daarnaast ligt de gedachte aan de jaargetijden voor de hand, die misschien minder op de chemische, maar zeker op de bacteriologische eigenschappen van het water hun invloed zullen doen gelden.

De beschrijving van het water uit de Lek kon dus niet worden beperkt tot de mededeeling van het resultaat van een enkel onderzoek, de waarneming moest, wilde zij op eenige volledigheid aanspraak maken, zich over de verschillende jaargetijden uitstrekken.

Deze opvatting is in het eerste hoofdstuk reeds tot uiting gekomen. De daarin besproken vergelijkende tellingen ten opzichte van het water uit de Lek, hebben op zeer verschillende maanden van het jaar betrekking. Ook met de gistingsproeven uit het tweede hoofdstuk is dit het geval.

Voor het scheikundige onderzoek is met deze overweging ook rekening gehouden, zooals kan blijken uit de onderstaande tabel, waarin de resultaten der chemische analysen zijn opgenomen.

Vooraf dient nog te worden opgemerkt, dat bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van de methoden van den Codex Alimentarius.

Waar dit werk voor de bepaling van de oxydeerbaarheid de keuze laat tusschen de „zure" en de „alcalische" methode, is de eerste, die van *Kubel—Tiemann*, gekozen.

Zoo geen andere beteekenis in den aard der zaak ligt, stellen de cijfers steeds milligrammen per liter water voor. Als stand van de Lek is opgegeven: + A.P.

Tabel bevattende de resultaten van het scheikundige onderzoek.

	1917		1918		
	19 Mei	25 Oct.	5 Jan.	4 Febr.	27 Mrt.
Stand van de Lek	3.16	3.16	1.62	3.03	1.77
Temperatuur van het water .	18°	9°	1°	8°	7°.5
Droge stof bij 100°	330.—	320.—	400.—	350.—	380.—
Chloorion (Cl)	45.9	44.4	85.2	49.7	83.4
Sulfaation (SO_4)	36.2	37.—	59.3	43.6	54.2
Salpeterzuurion (NO_3) . . .	0.—	spoor	4.3	spoor	3.—
Salpeterigzuurion (NO_2). . .	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1
Bicarbonaation (HCO_3) . . .	152.5	158.6	176.9	140.3	171.—
Albuminoïde ammoniak . . .	0.3	0.3	0.2	0.05	0.25
Ammoniumion (NH_4) . . .	spoor	0.1	0.7	0.5	0.3
Calciumion (Ca)	40.6	56.4	80.—	63.—	63.2
Magnesiumion (Mg)	9.6	8.7	11.—	8.7	10.8
Totale hardheid in D.° . . .	7°.9	9°.4	13°.6	10°.8	11°.3
Permanganaatcijfer	13.6	15.2	24.7	15.6	16.1

De bovenstaande analysen werden aangevuld met een drietal bepalingen van de in het water opgeloste zuurstof, waarbij de volgende cijfers werden verkregen.

Resultaten van de bepalingen van de in het water opgeloste zuurstof.

Datum. 1918.	Stand van de rivier.	Temperatuur van het water.	Zuurstof (mgr. per Liter).
5 Januari	1.62 + A.P.	1°.—	5.8
15 Februari	2.57 + A.P.	4°.5	6.7
5 April	1.90 + A.P.	10°.—	4.8

Bespreking van de resultaten van het scheikundige onderzoek.

Beschouwt men de uitkomsten van het chemische onderzoek nader, dan blijken de verschillen in de samenstelling van het water bij gelijken rivierstand niet groot.

De analysen van den 19den Mei en den 25sten October, op welke dagen de rivier even hoog stond, kunnen deze uitspraak bevestigen.

Zeer opmerkelijk is hier, bij gelijke of nagenoeg gelijke cijfers voor chloor- en sulfaation, het verschil in hardheid en de daarmee verbandhoudende hoeveelheid calciumion.

Op den 4den Februari verschilde de waterstand slechts weinig met dien op de zooeven genoemde dagen. De samenstelling van het water is ook vrijwel dezelfde. Wel vertoonen enkele cijfers eenig verschil met die van Mei en October, maar ook tusschen de uitkomsten van deze laatste bestaat geen volledige overeenstemming.

Met de drie reeds genoemde watermonsters kunnen die van den 5den Januari en den 27sten Maart tezamen worden vergeleken, daar op deze dagen de rivierstand weer nagenoeg dezelfde was, en wel zóó laag als zelden voorkomt.

De verschillen tusschen deze laatste monsters zijn slechts gering. Het meest vallen nog de cijfers voor het calciumion en het permanganaat op. Dit laatste was in Januari uitermate hoog, wat in overeenstemming is met de opvallende vuilheid van de rivier in dien tijd van vorst en ijsgang.

De vergelijking tusschen het water van de Lek bij lagen stand zooals in Januari en Maart, en dat bij een gemiddelden rivierstand, zooals deze in Mei, October en Februari werd aangetroffen, toont duidelijk den samenhang tusschen het peil van de rivier en de samenstelling van het water aan. Dit laatste bevat temeer van de verschillende bestanddeelen naarmate de rivier lager staat.

Deze samenhang tusschen den stand der rivier en de samenstelling van het water is ook opgemerkt bij een onderzoek, dat door het Centraal Laboratorium in 1916 in de buurt van Schoon-

hoven werd ingesteld, o. a. naar de chemische en bacteriologische eigenschappen van het water uit de Lek [1]).

De mededeelingen omtrent dit onderzoek zijn niet volledig, daar de publicatie van een uitvoerig rapport, welke aan het Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening is toevertrouwd, nog niet is geschied.

Toch bevat het verslag van het Centraal Laboratorium nog voldoende gegevens tot het maken van eenige vergelijkingen.

In de eerste plaats mag op de totale hardheid worden gewezen. Deze schommelt bij Schoonhoven tusschen 6°.8 en 11°.7, met een gemiddelde waarde van 9°.9. Dit cijfer is voor Culemborg 10°.6, berekend uit de vijf analysen der tabel. Er zou dus een verschil van 0°.7 bestaan, maar men dient hierbij in het oog te houden, dat bij het onderzoek in de buurt van Schoonhoven geen bijzonder lage waterstanden werden waargenomen, wat bij Culemborg in Januari en Maart juist wel het geval was. Daar nu de hardheid stijgt, als de rivier daalt, behoeft het iets hoogere cijfer, dat bij Culemborg werd gevonden, niet te wijzen op een verschil in de samenstelling van het water bij beide plaatsen. Veilig mag worden aangenomen, dat de gemiddelde hardheid van het water uit de Lek vrijwel constant is.

Worden vervolgens de stikstofverbindingen nader beschouwd, dan blijkt de vergelijking te stuiten op het bezwaar, dat voor het onderzoek bij Schoonhoven alleen het totaalgehalte aan stikstofverbindingen wordt opgegeven (uitgedrukt als NH_4) en wel in den vorm van gemiddelden voor het geheele jaar, over de raaien 102, 111 en 120, waarin dit gehalte respectievelijk bedroeg: 2.69, 2.62 en 2.62 mgr. per Liter. Nadere opgaven zijn in het verslag niet gedaan. Wel wordt medegedeeld, dat de nitraten het grootste deel van de stikstof leveren en dat het stikstofgehalte op iedere plaats afzonderlijk zeer wisselend blijkt te zijn, zonder dat daarvoor telkens een verklaring is te vinden. Betreffende het gehalte aan saline ammoniak wordt opgemerkt, dat dit in den tijd van Maart tot November veel lager was dan in de overige maanden. Het gehalte aan nitriet en albuminoïde ammoniak was altijd gering.

---

[1]) Verslag van het Centraal Laboratorium, 1916, pag. 78.

Soortgelijke opmerkingen gelden ook voor de Lek bij Culemborg. Waarschijnlijk is het lage zomercijfer voor het salpeterzuurion toe te schrijven aan de werkzaamheid van algen.

Vertoonen de hardheid en het gehalte aan stikstofverbindingen weinig verschillen zoo de resultaten van het onderzoek van het Centraal Laboratorium worden vergeleken met die, welke te Culemborg zijn verkregen, anders staat dit met het gehalte aan opgeloste zuurstof en het permanganaatcijfer.

Het eerste is bij Schoonhoven gemiddeld 9.65 mgr. per liter, wat aanmerkelijk hooger is dan het cijfer bij Culemborg gevonden, dat slechts 5.8 mgr. bedraagt.

Dit verschil is niet te verklaren uit temperatuursinvloeden [1]), daar de bepalingen van de vrije zuurstof bij Culemborg werden verricht in de eerste maanden van 1918, dus bij lage temperaturen, terwijl de onderzoekingen van het Centraal Laboratorium over het geheele jaar loopen.

Dit hoogere gehalte aan opgeloste zuurstof in het water der Lek bij Schoonhoven, zou misschien op deze wijze kunnen worden verklaard, dat de rivier die — reeds eerder werd hierop gewezen — geen groote verontreinigingen meer ondergaat na Arnhem, de laatste groote stad aan hare oevers, over het langere traject meer gelegenheid heeft gehad tot zelfreiniging.

Het permanganaatcijfer wijst in dezelfde richting. Dit is bij Culemborg *hooger* dan bij Schoonhoven, waar het ligt tusschen 11 mgr. en 20 mgr. per liter, maar meestal niet meer dan 11 mgr. tot 14 mgr. bedraagt. Voor Culemborg zijn deze getallen 13 mgr. en 25 mgr. als laagste en hoogste grens, terwijl 13 mgr.—16 mgr. normaal is te noemen.

Ook uit deze verschillen zou de mindere zuiverheid van het water in de Lek bij Culemborg volgen, want zij kunnen niet daardoor worden verklaard, dat het Centraal Laboratorium de „alcalische" methode gebruikt, in tegenstelling van de te Culemborg gebruikte werkwijze van *Kubel—Tiemann* [2]).

---

[1]) *Schoorl*, Commentaar op den Codex Alimentarius, Ph. W. 1913, pag. 721.
[2]) *Kolthoff*, Ph. W. 1917, pag. 547.

Zooals in het begin van dit hoofdstuk reeds werd medegedeeld, wordt, hetzij om het polderwater op peil te houden, hetzij om het water in de stadsgrachten van Culemborg te ververschen, bij gunstigen rivierstand water uit de Lek in de polders gelaten.

Heeft dit water eenmaal de Meer bereikt (zie het schetskaartje), dan wordt het niet meer verontreinigd dan ieder ander openbaar water, dat langs boomgaarden en weiland loopt. Maar in de stadsgrachten van Culemborg zijn de omstandigheden minder gunstig, daar hier het water aan verontreiniging is blootgesteld door rioolvocht en faecaliën, zooals dit in meer stadjes het geval is.

De vraag moest dus wel opkomen, op welke wijze en in hoeverre de samenstelling van het water uit de Lek, door verontreiniging in Culemborg en de toch zeker weer plaats grijpende zelfreiniging in de Meer, werd gewijzigd.

Hoe het met de Linge zelf gesteld was, behoorde ook te worden nagegaan, daar dit riviertje de zuidelijke grens vormt van de Neder-Betuwe.

De uitkomsten, die bij het onderzoek van deze wateren werden verkregen, zijn vereenigd in de onderstaande tabel.

Tabel bevattende den uitslag van het scheikundig onderzoek van *de Stadsgracht* te *Culemborg, de Meer* en *de Linge.*

	Stadsgracht. 28 Aug. 1917.	*De Meer.* 29 Maart 1918.	*De Linge.* 14 Januari 1918.
Temperatuur van het water	16°	6°.5	0°.5
Helderheid	weinig troebel	troebel	helder
Kleur	weinig geel	weinig geel	kleurloos
Reactie op phenolphtaleïne	zuur	zuur	zuur
Reactie op dimethylamidoazobenzol	alcalisch	alcalisch	alcalisch
Droge stof bij 100°	320.—	370.—	310.—
Chloorion (Cl)	58.6	35 5	53.2
Sulfaation (SO_4)	28.8	36.2	41.2
Salpeterzuurion (NO_3)	0.—	0.—	spoor
Salpeterigzuurion (NO_2)	0.—	spoor	0.1
Bicarbonaation (HCO_3)	170.8	250.1	176.9
Albuminoïde ammoniak	0.3	0.—	0.—
Ammoniumion (NH_4)	spoortje	1.3	1.4
Calciumion (Ca)	58.6	—	66.4
Magnesiumion (Mg)	9.6	—	10.1
Totale hardheid in D°.	10°.4	13°.1	11°.6
Kaliumpermanganaatcijfer	32.8	19.4	23.7

Bij deze tabel dient nog het volgende te worden opgemerkt.

Het monster uit de Stadsgracht is genomen na drie weken sterken regenval, wat eenige verandering in de bovenste lagen van het water tengevolge kan hebben gehad, in dien zin, dat de hoeveelheid der vaste stoffen in het water iets is verminderd. Bij het scheppen van het monster was het water groen door vele kleine, eencellige algen.

Het monster uit de Linge is genomen bij ijsgang, terwijl de waterstand hooger was dan gewoonlijk.

De Meer daarentegen stond bij de monstername zeer laag, in overeenstemming met den reeds geruimen tijd lagen waterstand der Lek.

Neemt men dit in aanmerking, dan kan de analyse van het water uit de Meer het best worden vergeleken met die van het water uit de Lek in Maart. Opmerkelijk is daarbij het lage gehalte aan chloor- en aan sulfaation in het water van de Meer, terwijl daarentegen het bicarbonaation aanmerkelijk hooger is, waarmee een iets hoogere hardheid gepaard gaat.

Bij de stikstofverbindingen valt het op, dat in de Meer geen albuminoïde ammoniak is gevonden en ook geen nitraten, terwijl deze wel in de Lek aanwezig zijn. Met het ammonium — afgezien van een spoortje daarvan in de Lek — is het juist andersom. Het permanganaatcijfer is in het water van de Meer iets hooger.

Heel veel lijn is er niet in te vinden en bovendien zijn de naar hun aard meest belangrijke verschillen quantitatief slechts gering.

Ook tusschen het water uit de Stadsgracht en dat uit de Lek bestaan slechts geringe verschillen, het meest opvallend is nog het zeer hooge permanganaatcijfer van het eerste.

Wat de Linge betreft, de samenstelling van haar water wijkt ook niet genoeg af van die van het water uit de Lek, om de verschillen niet te kunnen toeschrijven aan de varieerende omstandigheden bij de monstername, daar ook de analysen van het water uit de Lek in niet mindere mate uit elkander loopen.

Het permanganaatcijfer van het Januari-monster uit de Lek en van het monster uit de Linge, ook in Januari en ook bij ijsgang genomen, zijn nagenoeg gelijk.

In hoeverre deze groote hoeveelheid oxydeerbare stof met den ijsgang samenhangt, is niet opgehelderd.

De conclusie, die uit het bovenstaande valt te trekken, is deze, dat het water uit de Lek en uit de Stadsgracht te Culemborg, uit de Meer of Bisschopsgraaf en uit de Linge in samenstelling vrijwel overeenkomen.

Na de scheikundige beschrijving van de Lek kan de bacteriologische volgen.

Het bacteriologische onderzoek.

Het quantitatieve gedeelte van het bacteriologische onderzoek is reeds uitvoerig behandeld in het eerste hoofdstuk, bij de vergelijkende tellingen, zoodat hier kan worden volstaan met de herinnering aan het gemiddelde aantal bacteriën, hetwelk het water uit de Lek bevat, en dat 4220 per c.m³. bedroeg (geteld na 2 dagen op bouillongelatine).

Ook ten opzichte van de hoeveelheden water, welke nog in staat zijn gisting te verwekken in voedingsmedia, welke glucose, lactose of manniet bevatten, zijn reeds uitvoerige mededeelingen gedaan en wel in het tweede hoofdstuk.

Uit de daar beschreven proeven is gebleken, dat in het algemeen 0,01 c.m³. water uit de Lek voldoende is de drie genoemde stoffen te doen vergisten zoowel bij 37° als bij 45°.

Uit quantitatief bacteriologisch oogpunt kan het water uit de Stadsgracht het best met dat uit de Lek worden vergeleken, zoo men voor het laatste het cijfer neemt, zooals het monster van den 27sten Augustus dit opleverde.

Op dien laatsten datum bevatte het water uit de rivier 1200 bacteriën per c.m³., terwijl dit cijfer voor de Stadsgracht op den 1sten September 1300 en op den 8sten September 2140 bedroeg, ook berekend uit het aantal koloniën op den tweeden dag op de bouillongelatineplaat geteld.

Deze cijfers zijn wel niet gelijk, maar van dezelfde orde.

Vergelijkt men nu de Linge met de Lek, dan dient men daarvoor de monsters van den 14den Januari voor de eerste en van

den 4den Januari voor de laatste rivier te kiezen en bovendien de cijfers te beschouwen van den 3den dag, daar die van den 2den dag voor het water uit de Lek ontbreken.

Op den 3den dag bedroeg het aantal koloniën per c.m^3.:

voor het water uit de Lek: 7800;

voor het water uit de Linge: 32800.

Dit verschil is zeer groot. Het is alleen te verklaren door grooter verontreiniging van de Linge, die trouwens wel waarschijnlijk is in verband met allerlei omstandigheden, zooals b.v. in de eerste plaats de geringe waterverplaatsing in deze niet meer open, maar door sluizen afgesloten rivier.

Ook uit de gistingsproeven kan worden afgeleid dat de Linge meer verontreinigd is dan de Lek, zooals uit deze zelfde proeven de relatieve zuiverheid van het water uit de Stadsgracht volgt.

Dit volgt niet uit de gistingstiters, zooals deze voor de drie genoemde watersoorten moeten worden aangenomen, maar wel uit de gistingsproeven, welke kleine verschillen duidelijker aangeven dan de reeds uit deze proeven afgeleide colititers.

Het qualitatieve onderzoek.

De pogingen, welke werden aangewend tot het identificeeren van de bacteriën, welke uit het water der Lek waren geisoleerd, hebben slechts zeer matig succes gehad.

Diagnostische werken als *Lehmann* und *Neumann*, Bakteriologische Diagnostik I en II, 1912, en *Matzuschita*, Bakteriologische Diagnostik, 1902, gaven geen voldoende inlichting, zoodat bij de volgende beschrijvingen van letters en cijfers is gebruik gemaakt ter aanduiding van die soorten, waarbij de identificatie niet gelukte.

Wanneer de soortbepaling geen moeilijkheden opleverde is geen nadere beschrijving gegeven, maar alleen de naam.

Verder kan nog worden opgemerkt, dat in het peptonwater op indol werd gereageerd, nadat de cultuur gedurende zeven dagen bij 37° was geplaatst. Na dien tijd geschiedde ook het constateeren van de aan- of afwezigheid van zwavelwaterstof.

De stremming van de melk en haar reactie werden mede nagegaan, nadat de geënte vloeistof gedurende zeven dagen bij 37°

was bewaard. Gelet werd op spontane stremming en met lakmoes de reactie nagegaan.

Het vaststellen van den invloed der bacteriën op neutraalrood vond plaats met behulp van de vloeistof van *Bulir*, die vooraf door verdunning met twee deelen water op de juiste sterkte was gebracht. Deze vloeistof werd gebruikt in verband met de bespreking van de door dien schrijver aangegeven wijziging in de proef van *Eykman*.

De zuurvorming in pepton-lakmoes-glucose werd nagegaan na broeden der cultuur gedurende een week bij 37°.

Voor de volgorde der beschrijvingen is het systeem gevolgd, zooals dit wordt aangegeven in *Lehmann* u. *Neumann*.

Coccaceae. Lehmann und *Neumann II*, pag. 152.

L 1, geïsoleerd van een gelatineplaat.

Micrococcus, welke oorspronkelijk den tetradenvorm vertoonde, maar bij verdere cultuur meer als diplococ werd gezien. De vorm van de bacterie is dan soms iets gerekt.

Dikte: in den tetradenvorm c.a. 0.8 μ, in den diplococcenvorm 1.5 μ.

Geen eigenbeweging. Geen sporen vormend. Gram-positief.

Groei bij 20° en 37°.

Koloniën op bouillongelatine, niet vervloeiend.

Ongewapend oog: kleine, niet zuiver ronde, ondoorschijnende witte puntjes en grootere, nagenoeg ronde, ondoorschijnende, iets geel gekleurde koloniën, welke gekarteld zijn. De diameter der grootste bedraagt soms 2 m.M. De koloniën zijn vlak, de grootere liggen in de eenigszins ingezonken gelatine.

Vergrooting 1 : 50: de kleinere koloniën zijn rond tot lensvormig, niet geheel gaafrandig, maar met beginnende karteling, zonder haartjes, fijn gekorreld, geel en ondoorschijnend, de grootere zijn vrijwel rond, gekarteld, zonder haartjes, zeer donker en ondoorschijnend, zoodat een teekening niet is waar te nemen.

Gelatine-steek: dof, geelwit, als 't ware bepoederd beslag, groei in den steek, geen vervloeiing.

Agar-steek: als gelatine-steek.

Agar-streek: dof, melig, geelwit beslag.

Bouillon: nagenoeg helder, zonder huidje, met slijmerig bezinksel.

Peptonwater: helder, eenigszins slijmerig bezinksel.

Geen indol of zwavelwaterstof.

Glucose-bouillon: als bouillon, geen gas.

Pepton-lakmoes-glucose: groei beter dan in peptonwater, geen zuur.

Melk: geen verandering, reactie amphoteer.

Aardappel: dof, melig, geelwit beslag. Het beslag op gelatine, agar of aardappel is ondanks het melige uiterlijk niet hard, eerder iets slijmerig.

Neutraalrood wordt niet gereduceerd.

Als bijzonderheid valt op te merken, dat deze micrococcus, zij het ook niet sterk, ammoniak ontwikkelt uit ureum en wel beter bij 20° dan bij 37°. Zie Matzuschita, pag. 408, nº. 977 by Diplococcus ureae non pyogenes, *Rovsing*, waarmee het beschreven organisme eenige punten gemeen heeft.

L 2, geïsoleerd van een gelatineplaat.

Micrococcus. De bacteriën liggen afzonderlijk of twee aan twee, of in kettingen van 4 of 6. Bij voortgezette cultuur ook op bouillon verdwijnen deze kettingen geheel.

Dikte: ruim 1 μ.

Geen eigenbeweging, geen sporen vormend. Gram-positief.

Groei bij 20° en 37°.

Koloniën op bouillongelatine, langzaam vervloeiend.

Ongewapend oog: ronde, of hoekige koloniën, met 2 à 3 m.M. diameter, vlak, ondoorschijnend, geel tot bruingeel, met niet gaven rand. Na 4 à 5 dagen vervloeit de gelatine schaalvormig. De oorspronkelijke kolonie blijft samenhangend in de vervloeide massa, waaruit zij als samenhangend huidje kan worden opgenomen.

Vergrooting 1 : 50: de koloniën blijken een ronden kern te bezitten met daaromheen een pluizigen, soms straalsgewijze gebouwden rand. De kolonie is ondoorschijnend, haar kleur geel tot geelbruin, teekening is in den kern niet waar te nemen.

Gelatine-steek: geel, dik, straalsgewijze geteekend beslag, dat bij de langzame vervloeiing mede inzinkt. Bij de vervloeiing wordt aanvankelijk geen vloeistof waargenomen, later wel. De vervloeiing wordt dan van schaalvormig, cilindrisch. Het oorspronkelijke beslag ligt dan als één massa op de vaste gelatine, de bovenstaande vloeistof is troebel.

Agar-steek: eenigszins roodachtig, gelobd beslag, groei in den steek.

Agar-streek: als het beslag op den agar-steek.

Bouillon: troebel zonder huidje, samenhangend bezinksel.

Peptonwater: nagenoeg geen groei.

Geen indol of zwavelwaterstof.

Glucose-bouillon: matig troebel, zonder huidje, eenig bezinksel, geen gas.

Pepton-lakmoes-glucose: na 14 dagen bij 37° nagenoeg geen groei, geen zuur.

Melk: geen stremming. Reactie iets zuur?
Aardappel: nagenoeg geen groei, geen kleurstofvorming.
Neutraalrood wordt niet gereduceerd.
Het organisme heeft verschillende punten van overeenkomst met: Micr. luteus *Lehmann* et *Neumann*. Zie *Lehmann—Neumann* I, Tab. 11 en II, pag. 236.

Bacteriacceae. *Lehmann* und *Neumann* II, pag. 154.

Bacterium fluorescens. *Lehmann* et *Neumann*.
Bacterium fluorescens liquefaciens. *Flügge*.
Zie *Lehmann* und *Neumann* I, Tab. 34 en II, pag. 414.

Bacterium fluorescens non liquefaciens, *Lehmann* et *Neumann*.
Zie *Lehmann* und *Neumann* I, Tab. 34 en II, pag. 414.

L 3, geïsoleerd van een gelatineplaat.

Bacterium. Lengte: 5—6 μ. Dikte: 0.6 μ. Afgeronde einden.
Geen eigenbeweging. Geen sporen vormend. Gram-negatief.
Groei bij 20°, 37° en 45°.
Koloniën op bouillongelatine, niet vervloeiend.
Ongewapend oog: kleine, ronde koloniën, diameter 0.5 m.M., soms 2 m.M. Zij zijn wit bij opvallend, doorschijnend bij doorvallend licht. De rand is gaaf. De koloniën zijn eenigszins verheven.
Vergrooting 1 : 50: ronde, iets gekartelde, ondoorschijnende, donkere koloniën, zonder teekening, maar met een pluizigen, iets behaarden rand.
Gelatine-steek: beslag niet karakteristiek, groei ook in den steek.
Agar-steek: mat, ongekleurd beslag. De steek heeft korte uitloopers met een uitbolling op het einde.
Agar-streek: als beslag op den agar-steek.
Bouillon: weinig troebel, bezinksel, geen vliesje.
Peptonwater: als bouillon.
Geen indol of zwavelwaterstof.
Glucose-bouillon: als bouillon, geen gas.
Pepton-lakmoes-glucose: na 7 dagen bij 37°, geen zuur of gas.
Melk: geen verandering, reactie amphoteer.
Aardappel: nagenoeg onzichtbare, iets vochtige, glinsterende streep.
Neutraalrood wordt niet gereduceerd.

L 4, geïsoleerd van een gelatineplaat.

Bacterium. Slanke staven. Lengte 3.5—5 μ. Dikte 0.5 μ. Afgeronde einden.
Eigenbeweging aanwezig. Geen sporen vormend. Gram-negatief.
Groei bij 20° en 37°.

Koloniën op bouillongelatine, niet vervloeiend.

Ongewapend oog: zeer kleine, blauwig doorschijnende, nagenoeg ronde koloniën, diameter $^1/_3$ m.M., vlak.

Vergrooting 1 : 50: nagenoeg ronde, fijn gekorrelde, gaafrandige koloniën. De grootere zijn soms iets gekarteld. De kleur is zeer lichtgeel. Zij zijn niet geheel doorschijnend.

Gelatine-steek: wit, iets glanzend beslag, groei in den steek.

Agar-steek: als gelatine-steek.

Agar-streek: doorschijnende, dunne, nagenoeg onzichtbare, iets korrelige laag.

Bouillon: sterk troebel met bezinksel, geen huidje.

Peptonwater: matig troebel.

Geen indol of zwavelwaterstof.

Glucose-bouillon: als bouillon, geen gas.

Pepton-lakmoes-glucose: na 7 dagen bij 37° geen zuur of gas.

Melk: geen verandering, reactie amphoteer.

Aardappel: niet duidelijk zichtbaar, ongekleurd, iets glanzend beslag.

Neutraalrood wordt gereduceerd.

L 5, geïsoleerd van een gelatineplaat.

Bacterium. Lengte 1.5—5 μ. Dikte: 1.5 μ. Afgeronde einden. Sommige individuen zijn nagenoeg rond. Bij de lange staven schijnt de kleuring bipolair te zijn, zoodat oorspronkelijk aan het voorkomen van middenstandige sporen werd gedacht.

Geen eigenbeweging. Geen sporen vormend. Gram-negatief.

Groei bij 20° en 37°.

Koloniën op bouillongelatine, niet vervloeiend.

Ongewapend oog: ronde koloniën, diameter 1 à 2 m.M., geelwit, ondoorschijnend, met gekartelden rand, verheven. Soms vertoonen zij een donkeren kern.

Vergrooting 1 : 50: ronde koloniën, geelwit, ondoorschijnend, met duidelijk gekartelden rand, dikwijls met concentrische ringen en radiaire strepen. De kleinere koloniën zijn dikwijls niet gekarteld, maar gaafrandig en soms grof gekorreld.

Gelatine-steek: mat, grauwwit beslag, steek met wortelvormige haarvorming.

Agar-steek: grauwwit, glanzend beslag, groei in den steek.

Agar-streek: kleine, verspreide, grauwwitte, glanzende koloniën.

Bouillon: matig troebel, sterk, samenhangend bezinksel.

Peptonwater: matig troebel, eenig bezinksel.

Geen indol of zwavelwaterstof.

Glucose-bouillon: matig troebel, eenig bezinksel, geen gas.

Pepton-lakmoes-glucose: geen zuur of gas.
Melk: geen verandering, reactie amphoteer.
Aardappel: zeer lichtbruin, dof beslag.
Neutraalrood wordt niet gereduceerd.

L 6, geïsoleerd van een gelatineplaat.

Bacterium. Slanke staven. Lengte: 1.7—3.5 μ. Dikte: 0.5 μ. Afgeronde einden.

Levendige eigenbeweging. Geen sporen vormend. Gram-negatief.

Groei bij 20° en 37°.

Koloniën op bouillongelatine, vervloeiend.

Ongewapende oog: de kleine, niet over de oppervlakte groeiende koloniën zijn rond, met een diameter van ca. 1 m.M., gaafrandig, ingezonken, blauwachtig doorschijnend. De kolonie is vlak. De gelatine vervloeit vlak-schaalvormig. Bij groei over de oppervlakte ontstaan groote, blauwachtig-doorschijnende, vlak-schaalvormig inzinkende koloniën met 4 m.M. à 1 c.M. doorsnede en een gekartelden rand.

Vergrooting 1 : 50: de kleine koloniën zijn niet zuiver rond, iets gekarteld, eenigszins geel, niet doorschijnend, fijn gekorreld of gestreept in verschillende richtingen, zonder haartjes; de groote koloniën bezitten een kern, door de oorspronkelijke kolonie gevormd en daaromheen een aan de oppervlakte groeiende, geheel doorschijnende, met strepen in verschillende richtingen geteekenden kraag, die een gekartelden rand zonder haartjes bezit.

Gelatine-steek: na 9 dagen schaalvormige inzinking. Langs den steek wortelvormige haartjesvorming, welke bij een nieuw aangelegden steek achterwege blijft. De steek was toen wit gekleurd door den sterken groei en de vervloeiing kegelvormig.

Agar-steek: wit, mat-glanzend beslag, groei in den steek.

Agar-streek: wit, mat-glanzend beslag.

Bouillon: troebel, zonder huidje. Een zich later vormend bezinksel is samenhangend.

Peptonwater: matig troebel, zonder huidje of bezinksel.

Geen indol of zwavelwaterstof.

Glucose-bouillon: troebel met samenhangend, later slijmig bezinksel, geen gas.

Pepton-lakmoes-glucose: geen zuur of gas.

Melk: na eenige dagen een vliesje, na een maand alcalisch, gepeptoniseerd.

Aardappel: een aanvankelijk ongekleurd, na een paar dagen bruin, iets glimmend beslag.

Neutraalrood wordt niet gereduceerd.

L 7, geïsoleerd van een gelatineplaat.

Bacterium. Staafjes, soms 2 aan 2. Lengte: 2.5 μ. Dikte: 0.7 μ. Afgeronde einden.

Eigenbeweging. Geen sporen vormend. Gram-negatief.

Groei bij 20° en 37°.

Koloniën op bouillongelatine, niet vervloeiend.

Ongewapend oog: ronde, gaafrandige, verhevene, ondoorschijnende, dof-glanzende, witte koloniën, met een doorsnee van 1 à 2 m.M.

Vergrooting 1 : 50: Zuiver ronde, geheel gaafrandige, half-bolvormige koloniën, welke ondoorschijnend zijn en zonder eenige teekening. Er is gelijkenis met atypische coli-kolonies.

Gelatine-steek: rond, glad, glimmend, grauwwit beslag, groei in den steek.

Agar-steek: wit beslag, zonder groei in den steek.

Agar-streek: wit beslag.

Bouillon: troebel, zonder huidje.

Peptonwater: troebel, zonder huidje.

Geen indol of zwavelwaterstof.

Glucose-bouillon: als bouillon, geen gas.

Pepton-lakmoes-glucose: eerst na drie weken bij 37° is de reactie zuur.

Melk: geen verandering, reactie amphoteer.

Aardappel: zeer vochtig-glimmend, eenigszins bruingeel beslag.

Neutraalrood wordt niet gereduceerd.

L 8, geïsoleerd van een gelatineplaat.

Bacterium. Zeer fijne staafjes. Lengte: 1.5—2 μ. Dikte: 0.4 μ. Afgeronde einden.

Zeer levendige, eenigszins kronkelende eigenbeweging met „buitelingen". Geen sporen vormend. Gram-negatief.

Groei bij 20° en 37°.

Koloniën op bouillongelatine, niet vervloeiend.

Ongewapende oog: ronde koloniën, diameter 1 à 2 m.M., blauwig-doorschijnend, vlak en met gaven rand. In de grootere koloniën is een radiaire teekening te onderkennen, zij zijn „rozet"-vormig.

Vergrooting 1 : 50: ronde koloniën, radiair geteekend. De stralen vallen soms fraai samen met de karteling van den onbehaarden rand. Sommige koloniën herinneren aan frambozen, de radiaire bouw is dan niet duidelijk. Behalve de stralen vertoonen de koloniën een fijne korreling.

Gelatine-steek: grauwwit, glimmend, gelobd beslag, groei in den steek. Na 10 dagen geen vervloeiing.

Agar-steek: wit, iets glimmend beslag.

Agar-streek: wit, iets glimmend beslag.

Bouillon: troebel, met zinkende huidjes.
Peptonwater: matig troebel, met zinkende huidjes.
Geen indol of zwavelwaterstof.
Glucose-bouillon: als bouillon, geen gas.
Pepton-lakmoes-glucose: geen zuur of gas.
Melk: geen verandering, reactie amphoteer.
Aardappel: mat, vlak, eenigszins bruin beslag.
Neutraalrood wordt niet gereduceerd.

L 9, geïsoleerd van een Lekwatergelatineplaat.

Bacterium. Lengte: 1.5—2.5 μ. Dikte: 0.5—0.8 μ. Afgeronde einden.
Eigenbeweging. Geen sporen vormend. Gram-negatief.
Groei bij 20° en 37°.
Koloniën op bouillongelatine, niet vervloeiend.
Ongewapend oog: dauwdrupachtige, dus ronde en doorzichtige, zeer kleine koloniën, waaraan geen verdere bijzonderheden kunnen worden waargenomen.
Vergrooting 1 : 50: ronde, gaafrandige, iets gele, fijn gegranuleerde koloniën, zonder haartjes. De aan de oppervlakte liggende vormen, bij uitgroeien, een geheel doorschijnenden kraag, waarvan de gave, niet behaarde rand nauwelijks is waar te nemen.
Op Lekwatergelatine maakt deze kraag den indruk van een nevelvlek.
Gelatine-steek: nagenoeg doorschijnend, blauwwit beslag, groei in den steek zeer gering.
Agar-steek: wit beslag.
Agar-streek: geringe groei, nog het best in de buurt van het condenswater.
Bouillon: sterk troebel, geen huidje, samenhangend bezinksel.
Peptonwater: geringe groei.
Geen indol of zwavelwaterstof.
Glucose-bouillon: als bouillon, geen gas.
Pepton-lakmoes-glucose: beter groei dan in peptonwater, geen zuur of gas.
Melk: onveranderd, reactie amphoteer.
Aardappel: gering, eenigszins bruin en glimmend beslag.
Neutraalrood wordt niet gereduceerd.

L 10, geïsoleerd uit een gisting vertoonende pepton-lakmoes-glucose buis.

Bacterium. Ovoïd staafje. Lengte: 1.5 μ. Dikte: 0.6 μ.
Eigenbeweging. Geen sporen vormend. Gram-negatief.
Groei bij 20°, 37° en 45°.
Koloniën op bouillongelatine, niet vervloeiend en verder ook geheel gelijk aan de typische koloniën van B. coli commune.

Gelatine-steek, *agar-steek* en *-streek* en *bouillon*, alle als bij B. coli.

Peptonwater: troebel, zonder huidje.

Indol: zwakke reactie, zwavelwaterstof afwezig.

Pepton-lakmoes-glucose: zuur en gas bij 37° en bij 45° binnen 24 uren.

Lactose wordt niet vergist, wel ontstaat in pepton-lakmoes-lactose na ca. 2 weken bij 37° zure reactie.

Ook is het gelukt, door voortgezette cultuur bij 37° met herhaalde overenting in lactose bevattend peptonwater, het organisme tot een, zij het ook zwakke, lactose-vergister te maken.

Maniet wordt vergist zoowel bij 37° als bij 45°.

Melk: geen stremming, zeer zwak zuur.

Aardappel: zeer fijn, na zeven dagen eenigszins bruin beslag.

Neutraalrood wordt gereduceerd.

Op den agarbodem volgens *Conradi—Drigalski* worden zuiver blauwe koloniën gevormd.

De hierboven beschrevene bacterie is identisch met die, welke in 1912 uit het water der leiding is geïsoleerd [1]). Coliachtige organismen, die *wel glucose* en *manniet* vergisten, ook bij 45°, maar *geen lactose*, schijnen dus regelmatig voor te komen in het water van de Lek, want ook de in 1912 uit het leidingwater geïsoleerde bacterie was uit de rivier afkomstig en door het filterzand in het buizennet gebracht.

Deze microben, die geen B. coli kunnen worden genoemd, maken de gistingsproef van *Eykman* positief. Zij kunnen bij een oppervlakkig onderzoek tot onjuiste conclusies aanleiding geven.

Bacterium coli commune. Zie *Lehmann* und *Neumann* I, Tab. 25 en 26 en II, pag. 370.

Uit het water der Lek werden drie verschillende stammen van deze soort geïsoleerd. Zij vertoonen de daaraan toekomende algemeene eigenschappen, evenwel is bij alle drie de vorm der koloniën atypisch. Verder bestaan er tusschen de drie soorten kleine verschillen, welke hieronder worden aangegeven.

I. De eerste stam bestaat uit ovoïde staafjes, 1.5 μ lang en 0.7 μ dik.

Glucose, *manniet* en *lactose* worden onder zuurvorming bij 37° en 45° vergist.

De *peptonwater*-cultuur geeft een zwakke reactie op indol. Zwavelwaterstof wordt niet gevormd.

Melk wordt niet gestremd, maar wordt wel zwak zuur.

In de vloeistof van *Bulir* wordt ook bij 45° fluorescentie gezien.

---

[1]) *De Waal*, Ph. W. 1913, pag. 110.

II. Gelijk aan I, maar de *melk* wordt binnen drie dagen gestremd met zure reactie.

III. *Glucose, manniet* en *lactose* worden bij 37° onder zuurvorming vergist, bij 45° werd echter uit glucose en manniet wel zuur, maar geen gas gevormd, terwijl pepton-lakmoes-lactose ook geen zure reactie aannam.

Bij 42° was het gedrag van dezen stam wel merkwaardig. In pepton-lakmoes-glucose werd *wel zuur*, maar *geen gas* gevormd, terwijl in pepton-lakmoes-lactose *wel zuur* en *gas* ontstond.

Bij verder kweeken werd na eenige overentingen de glucose bij 45° onder zuurvorming vergist.

Dit B. coli geeft in zijn gedrag tegenover glucose en lactose een illustratie van de opmerking, welke *Kruse* maakt naar aanleiding van de producten, welke bij de vergisting van glucose, galactose en lactose door Bact. pneumoniae (Friedl.) worden verkregen [1]).

De ontleding welke deze laatste stof ondergaat, kan moeilijk worden verklaard, zoo een voorafgaande splitsing in glucose en galactose wordt aangenomen. Meer waarschijnlijk is het bestaan van een gistingsproces, dat de lactose als zoodanig aangrijpt.

In dit verband kan ook worden medegedeeld, dat de pepton-lakmoes-glucose buizen, welke hadden gegist en zure reactie bezaten, later weer alcalisch werden, terwijl de buizen met pepton-lakmoes-lactose dit verschijnsel niet vertoonden [2]).

Melk wordt gecoaguleerd bij zure reactie.

Neutraalrood wordt niet gereduceerd.

Beschouwt men de eigenschappen van deze coli-bacteriën, dan is het begrijpelijk, dat het water uit de Lek — en dus ook dat uit vaarten of grachten, welke met haar in verbinding staan — zoowel in glucose of manniet, als in lactose bevattende media bij 45° gisting veroorzaakt.

L 11, geïsoleerd uit een „*Eykman*" buis.

Bacillus. Staaf met afgeronde einden. Lengte: 1.5—4 μ. Dikte: 0.8 μ. Eigenbeweging. Middenstandige sporen vormend. Gram-positief.

Groei bij 20°, 37° en 45°, bij de laatste twee temperaturen beter dan bij 20°.

Koloniën of bouillongelatine: vervloeiend.

Ongewapend oog: ronde, blauwig doorschijnende of witte koloniën, met iets meer compacten kern en een gaven rand. Ze zijn vlak en doen de gelatine schaalvormig vervloeien. De diameter der koloniën wisselt van 1 tot 4 mM.

---

1) *Kruse*, Alg. Mikrobiologie, 1910, 292.

2) *Lehmann* und *Neumann* II, pag. 94.

Vergrooting 1 : 50: ronde, gedeeltelijk doorschijnende koloniën, met een iets bruin gekleurden kern en een gaven rand, zonder haartjes. Zij vertoonen geen teekening.

Gelatine-steek: langzame, cilindrische vervloeiing, met geringe borstelvorming in den steek.

Agar-steek: rimpelig, aan brandblaren herinnerend beslag over de geheele oppervlakte. Groei in den steek.

Agar-streek: sterk rimpelige, samenhangende huid over de geheele oppervlakte.

Bouillon: weinig troebel, sterke huidvorming.

Peptonwater: als bouillon.

Geen indol of zwavelwaterstof.

Glucose-bouillon: als bouillon, geen gas.

Pepton-lakmoes-glucose: als peptonwater, zure reactie.

Melk: huidvorming, peptonisatie na 4 dagen bij 37°, geen alcalische reactie.

Aardappel: sterk rimpelig beslag.

Neutraalrood wordt niet gereduceerd.

Bij de qualitatieve bacteriologische analyse behoort ook het onderzoek op streptococcen.

Het ligt niet in de bedoeling de beteekenis van het voorkomen van streptococcen in het water volledig te bespreken. Dit onderwerp zou een zeer uitvoerige behandeling eischen, welke alleen bevredigend zou kunnen zijn, zoo daarbij het verwerken van eigen proefnemingen mogelijk was. Dit materiaal is bij het onderzoek in de Neder-Betuwe niet in voldoende mate verkregen, zoodat hier moet worden volstaan met een korte mededeeling van hetgeen omtrent deze organismen nog wel is waargenomen.

De methodiek van het onderzoek op streptococcen is zeer eenvoudig. Glucose-bouillon wordt bedeeld met een zekere hoeveelheid van het te onderzoeken water, en de inhoud van de geënte buis, welke bij 37° wordt geplaatst, na 48 uren onderzocht, hetzij in den hangenden druppel [1]), of door het maken van een cultuur op lakmoes-lactose-agar [2]) met daarop volgend uitgebreider onderzoek, of, zooals bij de hier beschreven waarnemingen is

---

[1]) *Ohlmüller* und *Spitta*, 1910, 293.

[2]) *Prescott* and *Winslow*, 1915, pag. 204.

geschied, door microscopische beschouwing in een hangenden druppel en van gekleurde praeparaten. Deze laatste wijze van onderzoek — in de gekleurde praeparaten — is vlugger en geeft meer zekerheid, dan het zoeken in den hangenden druppel.

De resultaten welke werden verkregen bij de verschillende watersoorten kunnen het best hier te zamen worden medegedeeld en, voorzooverre dit mogelijk is, worden toegelicht. In het volgende hoofdstuk kan dan naar deze bladzijde worden verwezen.

Wat nu in de eerste plaats het water uit de Lek betreft, hierin werden streptococcen gevonden op den 1sten November '17, den 31sten December '17 en den 2den Februari '18 bij het onderzoek van 1 c.m³. water, maar op den 1sten Augustus '17 en den 27sten Maart '18 waren, ook in 3 c.m³. water geen streptococcen te vinden.

Deze uitslag klopt geheel met de ervaringen van het Centraal Laboratorium bij Schoonhoven. Ook daar werden in het voorjaar en in den zomer slechts bij uitzondering streptococcen gevonden. (Verslag 1916, pag. 84).

Nu wordt, uit den aard der zaak, de Lek in den zomer niet minder verontreinigd dan in den winter, zoodat de ervaringen, welke bij Schoonhoven in 1916 en bij Culemborg in 1917—1918 zijn opgedaan, voorloopig geen aanleiding geven, groote waarde aan het onderzoek op streptococcen toe te kennen, tenminste voor het geval, dat zij niet worden gevonden.

In overeenstemming met de waarneming in het water van de Lek, is het ontbreken dezer organismen op den 8sten September in de Stadsgracht en het voorkomen daarvan in de Linge op den 14den Januari.

Nu blijft de mogelijkheid bestaan, dat bij het onderzoek van water uit gesloten putten, hetwelk minder onder den invloed van de jaargetijden staat, de resultaten meer gelijkmatig zullen zijn.

Ook hieromtrent zijn eenige waarnemingen mede te deelen, welke betrekking hebben op water uit diepere bodemlagen — dat van het Veerhuis en van de waterleiding — en op water uit schachtputten.

Het water uit de pomp bij het Veerhuis en dat van de waterleiding bevatten geen streptococcen, zooals wel te verwachten was.

Van de vier schachtputten, die later nog nader worden besproken, zijn er *drie* zeker verontreinigd (II, III en IV, zie laatste hoofdstuk), streptococcen werden slechts in *twee* daarvan gevonden en niet in den derden, die vermoedelijk wel de allerslechtste is. De schachtput met zuiver water, de vierde (V, zie laatste hoofdstuk) dus, geeft bij het onderzoek op streptococcen een negatief resultaat.

Ook bij deze middelen van drinkwatervoorziening moet, evenals bij oppervlakte wateren, zoolang andere ondervindingen het tegendeel niet aantoonen, het onderzoek op coli-bacteriën van meer waarde worden geacht, dan dat op streptococcen.

Hierbij kan worden opgemerkt, dat het voorkomen der weinig resistente streptococcen in water wordt beschouwd als een bewijs van recente faecale verontreiniging, terwijl de sterkere colibacillen ook die vervuiling aangeven, welke voor langeren tijd heeft plaats gevonden.

Deze opvattingen zijn ook te vinden bij *Prescott* and *Winslow*.[1]). In hetzelfde werk vindt men nog meerdere gegevens en literatuuropgaven.

Onlangs is de streptococcen-vraag weer door *Savage* en *Read* ter sprake gebracht in The Journal of Hygiene, XV, 1915—1917, pag. 334.

De genoemde schrijvers gebruiken ook glucose-bouillon als cultuurvloeistof, terwijl na 40—48 uren broeden bij 37°, microscopisch onderzoek volgt. Zij komen tot de conclusie, dat de aanwezigheid van streptococcen in drinkwater, meer beteekenis heeft, dan de afwezigheid, terwijl aan het onderzoek op colibacillen, grooter waarde dient te worden toegekend, dan aan dat op streptococcen.

De verschillende meeningen zijn in deze zaak dus vrijwel in overeenstemming met elkaar.

Na deze uitwijding kunnen nog eenige mededeelingen over de bacteriën uit het water van de stadsgracht en van de Linge een plaats vinden.

---

[1]) *Prescott* and *Winslow* 1915, pag. 202.

Wat het eerste water betreft, hierin werden bij het onderzoek van 1 September de volgende soorten op de bouillongelatineplaten herkend, nl. *B. fluorescens liq.*, *L 2* en *L 7*, zooals die bij de behandeling van het water uit de Lek zijn beschreven. Verder was waarschijnlijk nog een vierde soort aanwezig.

Bij het onderzoek van het water uit de Linge op den 14den Januari was het niet wel mogelijk een oordeel te vormen over het aantal soorten. De gelatineplaten waren zeer dicht bezaaid en vertoonden nagenoeg niet anders dan kleine, weinig karakteristieke koloniën, die slechts bij een vergrooting 1 : 50 eenige verschillen vertoonden. Deze waren echter niet grooter dan die, welke ook wel bij koloniën van dezelfde soort kunnen voorkomen.

Van de gelatineplaten werden dus geen bacteriën geïsoleerd, wel echter leverde een gistende Ringeling-glucose buis twee verschillende coli-soorten op, waarvan het volgende valt mede te deelen.

Beide soorten vertoonen de bij alle coli-bacteriën voorkomende kenmerken: ovoïde staafjes, asporogeen, Gram-negatief, gelatine niet vervloeiend, terwijl beide stammen ook eigenbeweging bezitten en indol vormen, maar geen zwavelwaterstof. Hiernaast bestaan echter eenige verschillen. In de eerste plaats ten opzichte van den vorm der koloniën op bouillongelatine, welke hieronder zijn aangegeven. De beide stammen worden onderscheiden als A en B.

A. Ongewapend oog: kleine, niet geheel ronde, vlakke koloniën, die glinsteren als koloniën van Vibrio cholerae. De geringe grootte, niet meer dan 0.5 m.M. maakt het onderkennen van verdere bijzonderheden onzeker.

Vergrooting 1 : 50: de koloniën geven geheel het beeld zooals dit is te vinden bij *Lehmann* und *Neumann* I, Tab. 26, VII. Deze vorm is zeer atypisch, maar komt meermalen voor. Een beschrijving kan geen juist beeld van dezen kolonievorm geven, vandaar de verwijzing naar de genoemde afbeelding.

B. Ongewapend oog: ronde, eenigszins doorschijnende koloniën, met gekartelden rand, verheven. De doorsnede der koloniën bedraagt 1—2 m.M. De kleur is iets geel.

Vergrooting 1 : 50: onregelmatig ronde, donkere koloniën, met gekartelden, niet behaarden rand. Zij bezitten een onregelmatige golving en sommige hebben binnen den kartelrand een ring.

In de tweede plaats kunnen nog de volgende bijzonderheden van de beide stammen worden medegedeeld.

A. De staafjes komen dikwijls twee aan twee voor. Zij hebben de gewone afmetingen van de coli-bacillen. Melk wordt wel zuur, maar niet gestremd. Neutraalrood wordt gereduceerd. Glucose, manniet en lactose worden zoowel bij 45° als bij 37° vergist.

B. De staafjes vertoonen in vele gevallen nagenoeg den coccenvorm, maar sommige — de grootste — zijn 3.5 μ lang en 0.6 μ dik. Melk stremt in drie dagen met zure reactie. De vloeistof van *Bulir* fluoresceert wel, maar wordt niet geel. Glucose en manniet worden vergist bij 37° en bij 45°, lactose alleen bij 37°.

Ook in de Linge worden dus coli-bacteriën aangetroffen, die lactose bij 45° vergisten, naast andere, die dat slechts bij 37° vermogen te doen.

Behalve de beschreven coli-bacteriën, werd uit een Ringeling-glucose buis nog de bacil geïsoleerd, die in neutraalrood bevattende voedingsbodems, fluorescentie en geelkleuring veroorzaakt, maar geen gas vormt.

Dit sporevormend organisme, waarover reeds werd gesproken bij de behandeling van de proef van *Bulir*, kan als volgt worden beschreven.

Bacillen. Staaf met afgeronde einden. Lengte: 3—4 μ. Dikte: 0.7 μ. Eigenbeweging. Midden- tot eindstandige sporen vormend. In het laatste geval ontstaan trommelstokvormen. Gram-positief.

Koloniën op bouillongelatine, vervloeiend.

Ongewapend oog: vervloeiende, vlak-schaalvormig inzinkende koloniën, soms gaafrandig, soms gelokt. De oorspronkelijke kolonie blijft in het midden der inzinking, daaromheen is de structuur korrelig. Het geheel is vrijwel doorzichtig. De doorsnee der koloniën bedraagt 1—8 m.M. Die met den gelokten rand behooren in den regel tot de kleinere (1—4 m.M.), maar ook de gaafrandige zijn soms slechts klein.

Vergrooting 1 : 50: geeft geen nieuwe bijzonderheden.

Gelatine-steek: cilindrische, tot den wand gaande vervloeiing, huidvorming, geringe groei in den steek.

Agar-steek: dof, rimpelig beslag over het geheele oppervlak, sterke groei in den steek.

Agar-streek: als het beslag op den agar-steek.

Bouillon: troebel, geringe huidvorming.

Peptonwater: troebel, met huidje.

Indol aanwezig (zwak). Geen zwavelwaterstof.

Glucose-bouillon: troebel, geringe huidvorming, geen gas.

Pepton-lakmoes-glucose: geen zuurvorming.

Melk: geen stremming, wel peptonisatie, reactie onveranderd.
Aardappel: fijn, rimpelig, droog beslag.
Neutraalrood oplossing: fluorescentie en geelkleuring.

Aan het einde van deze mededeelingen omtrent het qualitatieve bacteriologische onderzoek mag een enkele opmerking omtrent de waarde daarvan haar plaats vinden.

Wanneer men de koloniën van *eene* soort beschouwt op dezelfde gelatineplaat, dan vertoonen deze somtijds dergelijke verschillen — zie bv. de laatste beschrijving, welke gave naast gelokte randen noemt —, dat een bepaling van het aantal soorten, alleen op grond van het uitzicht der gelatineplaten, een paar dagen na het enten met het te onderzoeken water, zeker in het algemeen niet geoorloofd is.

Een eenigszins juist oordeel over het aantal soorten kan slechts worden gevormd door een zeer uitvoerig onderzoek, waarbij niet alleen de soorten worden nagegaan, die op de gelatineplaten te voorschijn komen, doch ook die, welke met behulp van bijzondere methoden, zooals anaërobe kweeking, of het gebruik van electieve voedingsbodems worden verkregen.

Maar een dergelijke uitvoerige bacteriologische analyse is in de praktijk niet door te voeren, zoo het een watersoort geldt, die slechts een enkele maal wordt onderzocht. De verrichte arbeid zou dan geen nut hebben. In deze gevallen dient men zich te beperken tot het quantitatieve onderzoek en dat op coli-bacillen en streptococcen, voor zooverre pathogene organismen niet in aanmerking komen.

Misschien zal ook het onderzoek op B. enteritidis sporogenes *Klein* meer beteekenis krijgen, dan dit nu bezit.

Wanneer het echter gaat om de contrôle van een centrale drinkwatervoorziening, dan is de kennis der in het water voorkomende, op de gelatineplaten groeiende saprophyten wel van beteekenis te achten, daar veranderingen in de bacteriën-flora eener waterleiding oorzaken moeten hebben, welke dienen te worden opgespoord.

In overeenstemming met deze opvatting zijn de laatst bedoelde saprophyten, uit het water van de leiding te Culemborg, in het volgende hoofdstuk beschreven.

HOOFDSTUK V.

De beschrijving van het water uit de leiding te Culemborg en van het water uit eenige norton- en schachtputten in die gemeente.

Reeds in het 3de hoofdstuk werd melding gemaakt van de boringen in het terrein der waterleiding en bij het Veerhuis.

De mededeeling van de analysen van het water, hetwelk uit deze putten wordt opgepompt, bleef toen nog achterwege om hier haar plaats te vinden.

De volgorde der beschrijving kan dezelfde zijn als bij het water uit de Lek.

Het scheikundige onderzoek.

Hierbij moet melding worden gemaakt van een drietal watersoorten, en wel van twee, die op een diepte van c.a. 18 M. aan den bodem zijn onttrokken: het water uit den nortonput van het Veerhuis en dat uit de nog niet voltooide boring in het terrein der waterleiding, en van het water, zooals dit nu op een diepte van 35 M. tot 40 M. uit dit terrein wordt opgepompt.

Dit laatste wordt, ter verwijdering der ijzerverbindingen, na het passeeren van lagen cokes en na „regenval" gefiltreerd door zand uit de Lek.

Naast de analyse van dit water in ongefiltreerden toestand, dient dus ook die van het gefiltreerde water te worden geplaatst.

Het water uit de leiding is sinds jaren constant van samenstelling. Om evenwel rekening te houden met de geringe verschillen, die de analysen toch immer geven, is voor de

opgenomen cijfers het gemiddelde van eenige bepalingen in onderstaande tabel vermeld.

	Veerhuis.	Terrein der waterleiding.		
	Boring op 18 M.	Boring op 18 M.	Boring op 35 M.—40 M.	
	12 Febr. 1918.	4 Mei 1909.	Ongefiltreerd.	Gefiltreerd.
Temperatuur van het water	10°	10°.5	11°	varieerend
Helderheid bij oppompen	helder	helder	helder	helder
Helderheid na 24 uren	iets opalescent	opalescent	opalescent	helder
Reactie op phenolphtaleïne	zuur	zuur	zuur	zuur
Reactie op dimethylamidoazobenzol	alcalisch	alcalisch	alcalisch	alcalisch
Droge stof bij 100°	320.—	220.—	214.—	210.—
Chloorion (Cl)	49.7	17.5	12.4	12.4
Sulfaation (SO_4)	49.2	23.9	25.6	25.2
Salpeterzuurion (NO_3)	0.—	0.—	0.—	0.—
Salpeterigzuurion (NO_2)	0.—	0.—	0.—	0.—
Bicarbonaation (HCO_3)	146.4	183.—	184.—	181.—
Albuminoïde ammoniak	spoor	—	0.—	0.—
Ammoniumion (NH_4)	0.—	0.7	0.7	0.—
Calciumion (Ca)	—	56.—	57.1	56.3
Magnesiumion (Mg)	—	6.5	6.9	6.6
IJzerion (Fe.)	spoor	2.3	1.6	0.—
Mangaanion (Mn)	—	—	0.6	0.—
Totale hardheid in D.°	11°.7	9°.3	10°.1	9°.8
Kaliumpermanganaatcijfer	6.—	1.8	5.—	4.—

Bij deze tabel kan nog worden opgemerkt, dat in het gefiltreerde water van de leiding somtijds sporen salpeterigzuur voorkomen. Zij schijnen tijdens de ontijzering door oxydatie uit het ammoniak van het bronwater te ontstaan.

Bij nadere beschouwing van deze analysen, ook in vergelijking met de tabel, die op het water uit de Lek betrekking heeft, valt terstond de groote overeenkomst op, welke tusschen dit laatste en het water van het Veerhuis bestaat.

Daar, in de waard, wordt uit een diepte van 18 M., door de zandlagen van de bedding der rivier gefiltreerd, water uit de Lek opgepompt. In den polder echter, een paar kilometer ten zuiden van het Veerhuis, in het terrein der waterleiding, wordt op dezelfde diepte water van andere samenstelling gevonden. Deze laatste komt overeen met die van het water, dat op een diepte van 35 M. tot 40 M. in hetzelfde terrein wordt aangetroffen.

Het verschil tusschen de beide laatstgenoemde watersoorten

en dat uit de Lek is echter niet zóó groot, dat het passeeren van de verschillende grondlagen, waaronder ook wat veen, geen voldoende verklaring daarvan zou kunnen geven.

De chemische analysen van de hier beschreven watersoorten maken de opvatting, dat die dieper liggende grondlagen van de Neder-Betuwe water uit de Lek ontvangen, niet onwaarschijnlijk. Afdoende bewijs voor deze veronderstelling leveren zij echter nog niet. Om dit te verkrijgen zouden uitgebreide onderzoekingen van hydrologischen aard noodig zijn.

Na deze chemische besprekingen kan worden overgegaan tot het bacteriologische onderzoek.

Het bacteriologische onderzoek.

Evenals bij het water uit de Lek kan hier voor het quantitatieve deel van het bacteriologische onderzoek worden verwezen naar het 1ste hoofdstuk.

Het aantal koloniën, dat na twee dagen op de bouillongelatine tot ontwikkeling komt, wanneer deze met 1 c.m³. van het water uit de leiding is geënt, is steeds gering. In den loop van het jaar, waarin de hier beschreven onderzoekingen werden verricht, steeg dit getal niet boven 14.

Wat de resultaten van de gistingsproeven aangaat, deze zijn even gunstig. Slechts in enkele gevallen wordt met *100 c.m³.* water gisting bij 45° met de vloeistof van *Eykman* waargenomen. Ook bij 37° vergisten grootere hoeveelheden water de glucose slechts zelden, terwijl de vergisting der lactose niet voorkomt.

Deze gunstige toestand is mede een gevolg van de zorg, welke aan de behandeling der filters wordt besteed. Zoo deze eenige bewerking ondergaan, zooals het afschuiven of het inbrengen van nieuw zand, dan wordt het daarna met het vernieuwde filter verkregen filtraat niet in den reinwaterkelder gelaten, alvorens het onderzoek van het water der bij de filters behoorende verzamelputten heeft aangetoond, dat dit geen bacteriën meer bevat, die glucose bij 45° doen vergisten.

De ervaring heeft geleerd, dat deze thermotoleranten, welke

uit glucose bij 45° gas kunnen vormen, nog in het filtraat zijn aan te toonen, wanneer de microben, die lactose kunnen vergisten, bij 37° reeds zijn verdwenen.

In dit speciale geval, dient dus de proef van *Eykman* als verklikker.

Wat het water uit den nortonput bij het Veerhuis betreft, hier is de toestand nog gunstiger dan bij de waterleiding. De pomp, welke in een zeer zindelijk vertrek is geplaatst, brengt het water direct uit den put naar boven, zonder dat eenige andere bewerking — zooals de filtratie bij de waterleiding — kans op verontreiniging geeft.

In overeenstemming met deze omstandigheden is het water zeer kiemarm.

Uit 2 c.m³. water werden na twee dagen slechts 2 koloniën verkregen, dus één per c.m³.

Gistingsproeven met glucose en lactose bij 37° en 45° in 100, 25, 10, 5, 2 en 1 c.m³. water gaven een geheel negatief resultaat.

Wat het qualitatieve bacteriologische onderzoek aangaat, dit is bij de waterleiding van meer beteekenis dan het quantitatieve, omdat, zooals vroeger reeds werd opgemerkt, uit het zand van de filters, dat uit de Lek wordt opgebaggerd, bacteriën uit die rivier in het buizennet kunnen geraken.

Wel is het waar, dat de omstandigheden, waaronder de microorganismen zich in de Lek bevinden, geheel verschillen van die, welke in den waterkelder, het reservoir en het buizennet worden aangetroffen, maar de mogelijkheid blijft bestaan, dat sommige soorten ook kunnen leven onder de voorwaarden, welke zij in het leidingwater vinden. Daarnaast kunnen andere stammen, welke in het water van de Lek slechts door enkele individuen vertegenwoordigd zijn en daarom niet worden opgemerkt op de gelatineplaten, op den voorgrond treden bij de veranderde omstandigheden, welke zij in het water der leiding vinden.

Dit laatste is vermoedelijk het geval met het reeds in het eerste hoofdstuk genoemde Vibrio aquatilis *Günther*, maar ook werden

een paar soorten aangetroffen, welke reeds bij de beschrijving van het water uit de Lek zijn genoemd.

Uit het water van de leiding werden de volgende soorten geïsoleerd.

Coccaceae.

Micrococcus candicaus Flügge. Zie *Lehmann* und*N eumann* II, 233.

Micrococ welke in gekleurde praeparaten zich als staphylococ voordoet, in den hangenden druppel echter ook den tetradenvorm vertoont. Dikte: 0.6 μ tot ruim 1 μ.

Eigenbeweging afwezig. Geen sporen vormend. Gram-positief.

Koloniën op bouillongelatine, niet vervloeiend.

Ongewapend oog: kleine, ronde, iets verhevene, porseleinachtige koloniën.

Vergrooting 1:50: ronde, gaafrandige koloniën, zonder verdere teekening.

Gelatine-steek: slijmerig, dik, porseleinwit beslag, met gelobden rand, groei in den steek.

Agar-steek: idem.

Agar-streek: dik, porseleinwit beslag.

Al deze beslagen zijn sterk samenhangend.

Bouillon: troebel, geen huidje, samenhangend bezinksel.

Pepton: geringe groei.

Indol of zwavelwaterstof worden niet gevormd.

Glucose-bouillon: als bouillon, geen gas.

Pepton-lakmoes-glucose: zuurvorming, geen gas.

Melk: geen stremming, eenigszins zuur.

Aardappel: porseleinwit beslag, dat na een paar dagen bruin wordt.

Neutraalrood wordt niet gereduceerd.

Deze micrococ wordt regelmatig in het water der leiding gevonden. Hij komt na eenige dagen te voorschijn op de gelatineplaten.

Bacteriaceae.

1. Bacterium fluorescens, Lehmann et *Neumann.*

2. Hetzelfde organisme, dat bij de beschrijving van de bacteriën van het water uit de Lek *L 7* is genoemd.

3. Hetzelfde organisme, dat bij de beschrijving van de bacteriën van het water uit de Lek *L 9* is genoemd.

4. W 1, geïsoleerd van een bouillon-gelatineplaat.

Bacterium, ovoïde staafjes. Lengte: 1.5 μ. Dikte: 0.7 μ.

Eigenbeweging zwak. Geen sporen vormend. Gram-negatief.

Groei bij 20° en 37°, *niet* bij 42°.
Koloniën op bouillongelatine: geheel gelijk aan die van B. coli.
Gelatine-, agar-steek en *agar-streek*: als B. coli.
Bouillon en *peptonwater*: als B. coli.
Sporen indol, geen zwavelwaterstof.
Glucose en manniet worden bij 37° onder zuurvorming vergist.
Pepton-lakmoes-lactose wordt *niet* vergist, wel zeer langzaam zwak zuur.
Neutraalrood wordt niet gereduceerd.

Deze „para-coli" verschilt van die, welke in het water van de Lek werd gevonden, en die als: L 10, is beschreven, alleen door het ontbreken van de gisting bij 42° en ook bij 45°.

Bij aanwezigheid van dit organisme in een watersoort, kan met dit laatste in glucosehoudende voedingsbodems bij 37° gisting worden verkregen. Aan dit verschijnsel — gisting bij 37° — zal dan ook, met het oog op dergelijke bacteriën, niet te groote beteekenis mogen worden toegekend [1]).

Spirillaceae.

Vibrio aquatilis Günther.

Günther. Einführung in das Studium der Bakteriologie, 529, 514 en 515.

Lehmann und *Neumann,* Bakt. I, Tab. 60 en II, pag. 529.

Het organisme werd geïsoleerd van een bouillongelatineplaat in den zomer van 1917. De enting in alcalische bouillon kwam bij 20° niet op. In peptonwater werd bij 20° in 24 uren goede groei verkregen. Ook *Günther* vermeldt het niet groeien in bouillon.

Beschrijving. Vibrio. Lengte: de meeste 2—2.5 μ, maar ook grootere tot circa 14 μ. Dikte ten hoogste 0.6 μ.

Eigenbeweging: matig snel, kronkelend. Geen sporen vormend. Gram-negatief.

Koloniën op bouillongelatine: vervloeiend.

Ongewapend oog: de koloniën zijn oorspronkelijk zuiver rond, maar worden langzamerhand meer hoekig, de rand is dan onduidelijk gekarteld, de vervloeiing van de gelatine, die schaalvormig inzinkt, is reeds begonnen wanneer deze vormverandering plaatsgrijpt. De oorspronkelijke kolonie, die geel van kleur is en vlak, blijft in het midden,

---

[1]) *Saltet,* Gezondheidsleer, pag. 115.

waar zij langzamerhand uiteen valt. Deze steeds aan de oppervlakte gelegen koloniën hebben een doorsnee van circa 2 mM. Er zijn ook kleinere, met 1 mM. doorsnee, die meest inliggend zijn, niet grooter worden en geen zichtbare vervloeiing veroorzaken.

De nog niet vervloeide koloniën schitteren als die van Vibrio cholerae. Zie *Lehmann* und *Neumann* II, 514.

Vergrooting 1 : 50: de inzinkende koloniën zijn geel, gelijkende op atypische cholera-koloniën. Zie *Lehmann* und *Neumann*, I, Tab. 56, VIII. De kleine inliggende koloniën zijn rond, vrijwel gaafrandig, fijn gekorreld of cocentrisch geteekend.

Gelatine-steek: vervloeiing eerst als bij Vibrio cholerae, dan cilindrisch, met geel bezinksel in het vervloeide gedeelte. De vloeistof is duidelijk troebel.

Agar-steek: grauwwit, soms iets rose beslag, geen groei in den steek.

Bouillon: geen groei.

Peptonwater: matig troebel, geen huidje of bezinksel.

Indolvorming is afwezig, evenals zwavelwaterstof.

Glucose-Bouillon: als peptonwater, geen gas.

Pepton-lakmoes-glucose: als peptonwater, geen zuur of gas.

Melk: geen verandering.

Aardappel: geen groei.

Neutraalrood: waarneming ontbreekt.

De kleine inliggende, niet zichtbaar vervloeiende en niet verder groeiende koloniën laten zich niet verder kweeken op de gewone voedingsbodems. Zoo aanvankelijk wel eenige groei wordt verkregen, staat deze toch spoedig stil. Het gelatine vervloeiende vermogen is dan nagenoeg verdwenen. Zie over het verlies daarvan bij cholera vibrionen: *Lehmann* und *Neumann*, Bakt. II, pag. 515.

Het hier beschreven organisme vormt het groote aantal koloniën op gelatineplaten met leidingwater geënt, waarover in het eerste hoofdstuk gesproken is.

Vraagt men zich nu af, welke resultaten het qualitatieve bacteriologische onderzoek van het water uit de leiding heeft opgeleverd, dan kan worden vastgesteld, dat van de zes soorten, welke in den loop der onderzoekingen zijn geïsoleerd, er drie ook in het water der Lek zijn gevonden. Het is echter volstrekt niet buitengesloten, dat bij voortgezet onderzoek ook de andere drie soorten in het water der Lek aanwezig zouden blijken te zijn.

De kennis der bacteriën, welke in het water uit de leiding werden aangetroffen, is ook van belang voor de bronwaterleidingen, welke zand uit de Lek als filtermateriaal gebruiken.

Streptococcen werden — zooals in het vorige hoofdstuk reeds werd opgemerkt — in het water der leiding evenmin gevonden, als in dat uit de nortonpomp bij het Veerhuis.

Ten slotte blijven ter bespreking nog de schachtputten over. Voor zooverre het Culemborg betreft is hun ligging aangegeven op het schetskaartje, dat in hoofdstuk III is geplaatst. Zij zijn daarop genummerd: II, III, IV en V.

Omtrent de ligging en den bouw van deze putten kan het volgende worden medegedeeld.

Gaande van noord naar zuid, treft men aan den Havendijk den met II gemerkten put aan. Deze overkluisde put kon niet nader worden onderzocht. Volgens de opgave, die wel betrouwbaar is te achten, is hij 8 M. tot 9 M. diep. De wanden zijn geheel gemetseld, het ondereinde is open. In het pand, waarbij de put behoort en dat in een der minder dicht bebouwde deelen der stad ligt, wordt vee gehouden. De toestand van het erf is niet onbevredigend.

Aan de Markt, midden in de oude stad vindt men den put, gemerkt III. Deze is circa 5 M. diep. Het benedengedeelte van den wand — 3 M. ongeveer — is gestapeld, het bovengedeelte is gemetseld en aangestreken met specie. Het geheel is afgesloten met een gemetselde kluis. In de omgeving van den put kan niet veel vertrouwen worden gesteld. Men vindt er o.a. een slechte rioleering voor den afvoer van huishoudwater. Het erf, waarin deze put zich bevindt, behoort bij een burgerwoning.

Verder treft men in de Zandstraat, ook in de bebouwde kom, put IV aan in een veehouderserf, met mestvaalten en wat daar verder alzoo bij behoort, zoodat de plaatselijke omstandigheden niet gunstig kunnen worden genoemd. Van den put zelf zijn geen bijzonderheden bekend.

Dit laatste is ook het geval ten opzichte van put V aan den Oostersingel, maar deze bevindt zich in ieder geval in een zeer

zindelijk boerenerf, buiten de kom der gemeente, terwijl mestvaalten of riolen in de omgeving niet zijn te vinden. Wel is het zeker, dat het hier een schachtput betreft.

Voor het onderzoek van het water uit deze putten werden de monsters steeds genomen, nadat de pompbekken waren geflambeerd en gedurende c.a. $^1/_2$ uur matig was gepompt. Hierna kon worden aangenomen, dat het opgepompte water onmiddellijk uit den put afkomstig was en niet in de verbindingsbuizen of den pompbak had stil gestaan.

De resultaten van het scheikundige en het bacteriologische onderzoek zijn hieronder medegedeeld.

Tabel bevattende de resultaten van het scheikundige onderzoek.

	Havendijk. II. 6 Maart '18.	Markt. III. 20 Juni '17.	Zandstr. IV. 10 Nov. '17.	Oostersingel. V. 11 Febr. '18.
Temperatuur v. h. water .	8°	13°	9°	8°.5
Kleur	nagenoeg kleurloos	iets geel	geel	kleurloos
Droge stof bij 100° . . .	950.—	1200.—	2010.—	710.—
Chloorion (Cl)	122.5	220.1	369.2	119.—
Sulfaation (SO_4)	73.2	91.4	—	54.—
Salpeterzuurion (NO_3) . .	21.5	120.—	62.6	spoor
Salpeterigzuurion (NO_2) .	spoortje	0.1	0.—	spoor
Bicarbonaation (HCO_3) . .	—	505.—	1118.—	341.—
Albuminoïde ammoniak. .	9.1	0.6	7.—	0.1
Ammoniumion (NH_4) . .	5.2	3.5	21.—	2.—
Calciumion (Ca)	—	171.4	—	—
Magnesiumion (Mg) . . .	—	14.—	—	—
Totale hardheid in D° . .	23°.8	27°.4	38°.6	19°.6
Kaliumpermanganaatcijfer .	22.6	19.4	49.6	14.4

Opgemerkt kan worden, dat het water uit alle putten helder is en dit blijft bij staan. Het bevat dus geen ferrohydrocarbonaat of humuszuurijzer. De reactie op dimethylgeel is bij alle vier monsters alcalisch, op phenolphthaleïne zuur.

Tenzij het tegendeel blijkt, beteekenen de getallen milligrammen per liter.

Het bacteriologische onderzoek gaf de volgende resultaten.

Het quantitatieve onderzoek.

	Havendijk. II.	Markt. III.	Zandstraat. IV.	Oostersingel. V.
Aantal koloniën op bouillon-gelatine na 2 dagen, per ccm.	133	500	1500	40
Colititer	± 10	0.01	0.01	> 10

Deze gegevens zijn in de vorige hoofdstukken reeds besproken.

Het qualitatieve onderzoek.

In de eerste plaats kan worden gewezen op het voorkomen van colibacillen, die uit het water van alle vier putten werden geïsoleerd en verder op de streptococcen, welke werden aangetroffen in het water uit de putten II en III, dus niet in put IV, aan de Zandstraat, die wellicht het meest verontreinigd is.

Dan werden nog de volgende soorten aangetroffen op de gelatineplaten, welke voor het quantitatieve onderzoek waren gebruikt.

Put aan den Havendijk (II):

Bact. fluoresc. liquef. en *L 7* (zie de mededeelingen omtrent het water uit de Lek.)

Put aan de Markt (III):

Bact. fluoresc. liquef. en *L 2.*

Put aan de Zandstraat (IV);

Bact. fluoresc. liquef., L 2 en *Microc. albicans Flügge.*

Put aan den Oostersingel, V:

Bact. fluoresc. liquef., L 2, L 7 en een vervloeiende sporevormer.

Bij het zoeken naar streptococcen in het water uit den put aan de Zandstraat, werden in een gekleurd praeparaat van een cultuur in een glucose-bouillon buis „trommelstokvormige" sporedragers waargenomen. Door pasteurisatie van de glucose-bouillonbuis met daarop volgende plaatcultuur werden deze bacillen geïsoleerd.

Günther [1]) maakt ook melding van „Trommelslägerbacillen", gelatine vervloeiende en niet-vervloeiende, met en zonder eigenbeweging, welke in het water uit kanalen werden gevonden.

Het in het water van put IV aangetroffen organisme kan als volgt worden beschreven.

Bacillus. Lengte: 2.5—7 μ zoo de sporevorming zichtbaar is, bacillen zonder sporen zijn ca. 1 μ korter. Dikte: 0.7—1.2 μ. Afgeronde einden. Eigenbeweging. Eindstandige sporen vormend. Gram-positief. Groei bij 20°, veel beter bij 37° en 45°.

Koloniën op bouillongelatine, vervloeiend.

Ongewapend oog: ronde, blauwachtig witte, ondoorschijnende koloniën met gelokten rand, vlak, schaalvormig inzinkende vervloeiing.

Vergrooting 1 : 50: ongeveer hetzelfde beeld als met het ongewapende oog, maar er zijn ook kleinere, ronde koloniën met behaarden rand, die bij vergrooting meer in het oog springen. De doorsnee van de grootste koloniën bedraagt ca. 3 m.M. De koloniën vertoonen overeenkomst met die van B. Chauvoei.

Zie *Lehmann* u. *Neumann.* Bakt. I, 1910, Tab. 53, V, VII en VIII.

Gelatine-steek: cilindrische vervloeiing met huidje, groei in den steek met lampenborstelvorming.

Agar-steek: wit beslag, weinig groei in den steek.

Agar-streek: dik, rimpelig, als een huid samenhangend beslag.

Bouillon: sterke huidvorming, verder nagenoeg helder, geen bezinksel.

Peptonwater: troebel, zonder huidje.

Indol en zwavelwaterstof afwezig.

Glucose-boüillon: troebel, bezinksel, geen huidje, geen gas.

Pepton-lakmoes-glucose: troebel, bezinksel, geen huid, zure reactie, geen gas.

Melk: zwak zuur, geen stremming.

Aardappel: aanvankelijk wit, dik, glimmend beslag, na een week is dit rimpelig en droog als op de schuine agar.

Neutraalrood wordt niet gereduceerd.

De volgorde der mededeelingen omtrent deze putten is dezelfde als die van hunne ligging van noord naar zuid. Zie hiervoor het schetskaartje in Hoofdstuk III.

Tracht men nu deze putten te plaatsen volgens de zuiverheid van hun water, waarbij deze wordt beoordeeld naar de resultaten

---

[1]) *Günther*, Einf. i. d. Studium der Bakt. 1906. 824.

van het scheikundige en het bacteriologische onderzoek, en volgens hetgeen viel op te merken bij het onderzoek ter plaatse en hetgeen bekend is omtrent den bouw der putten, dan komt men tot de volgende rangschikking.

Ligging en bouw.	Scheik. onderzoek.	Bacteriol. onderzoek.
Oostersingel. Havendijk. Markt. Zandstraat.	Oostersingel. Havendijk. Markt. Zandstraat.	Oostersingel. Havendijk. Markt. Zandstraat.

De put aan den Oostersingel is dus in alle opzichten de beste, terwijl die aan de Zandstraat steeds onderaan staat.

Was men verplicht een oordeel uit te spreken over deze putten als middelen van drinkwatervoorziening, dan zou men dien aan den Oostersingel zeker goed —, dien aan de Zandstraat en de Markt zeker afkeuren, terwijl de put aan den Havendijk in verschillende opzichten redenen tot wantrouwen geeft. Hier zou herhaalde contrôle misschien voldoende opheldering geven, maar afkeuring zou wel het eind zijn.

Het water uit deze drie slechte putten wordt door de bewoners der betrokken panden gebruikt als drinkwater, zonder nawijsbaar nadeelige gevolgen.

Vraagt men zich nu af, welk verband er bestaat tusschen den inhoud dezer putten en het water uit de Lek, dan is hiervan in chemisch opzicht weinig te bemerken.

Wat den bacteriologischen kant dezer vraag aangaat, valt te wijzen op de bacteriënsoorten, welke in het water uit deze putten werden aangetroffen en die alle ook te vinden zijn òf in het water uit de Lek, òf in dat uit de waterleiding, welke laatste waarschijnlijk wel afkomstig zullen zijn uit het zand der filters, dus eveneens uit de Lek.

Ten slotte dient nog te worden nagegaan, of het water uit de diepere en de minder diepe grondlagen te Culemborg ook overeenkomst in samenstelling vertoont met de watersoorten uit de grondlagen van ongeveer gelijke diepte in de meer oostelijke deelen der Neder-Betuwe.

Het beoogde doel kan gemakkelijk worden bereikt door beschouwing van de onderstaande tabel.

	Ingen. 9 M.	Lienden. 5 M.	Buren. Plantsoen.	Culemborg. Oostersingel.	Ingen. 22 M.	Buren. 30 M.	Culemborg. Veerhuis. 18 M.	Waterleiding Culemborg. 18 M.
Droge stof bij 100° . .	850	840	1120	710	210	410	320	220
Chloorion (Cl)	131	71	106.5	119	14.2	17.8	49.7	17.5
Salpeterzuurion (NO_3) .	+	+	+	spoor	0	0	0	0
Salpeterigzuurion (NO_2) .	0	0	0	idem	0	0	0	0
Ammoniumion (NH_4) . .	3.1	0	0	2	0.5	spoor	0	0.7
Totale hardheid in D° .	23°.5	25°.2	23.°9	19°.6	10°.6	18°.6	11°.7	9°.3
Permanganaatcijfer . . .	20.9	17.5	16.8	14.4	5.9	10	6	1.8
Ferroverbindingen . . .	—	—	—	—	+	+	spoor	+

De tabel is door een dubbele lijn in twee deelen gesplitst. Vóór de lijn vindt men de ondiepe boringen en de schachtputten, daarachter de diepere boringen.

Had men de acht watermonsters, waar omtrent de tabel gegevens bevat, moeten verdeelen in twee groepen van vier, echter niet op grond van de diepte, waarop zij aan den bodem onttrokken zijn, maar volgens hunne scheikundige samenstelling, dan had men juist dezelfde groepeering verkregen. Het salpeterig zuur zou voor het beoogde doel geen diensten hebben kunnen bewijzen, terwijl alleen het ammoniak tot een andere rangschikking zou hebben gevoerd.

Opvallend is de hooge hardheid van het op 30 M. diepte te Buren verkregen water, dat daarnaast een betrekkelijk geringe droogrest en een laag chloorgehalte bezit.

Op grond van het voorgaande mag worden gezegd, dat in de Neder-Betuwe de diepere grondlagen uitnemend drinkwater leveren, mits aan de ontijzering de noodige zorg wordt besteed.

Kan dit laatste niet worden verwacht, dan is ook op geringere diepte water te vinden, dat uit scheikundig oogpunt bruikbaar kan worden geacht, maar dat in hygienisch opzicht minder zekerheid biedt.

Op de meer bewoonde plaatsen van de landstreek, waarop deze beschouwingen betrekking hebben, is de aan de oppervlakte liggende afschuttende kleilaag dikwijls plaatselijk vernield door

oude waterputten, welke daarenboven in vele gevallen als beerputten worden gebruikt.

Waar dit het geval is, verdienen de diepere boringen de voorkeur. In beter vertrouwbaar terrein zal men echter in vele gevallen met minder diepe norton- of schachtputten genoegen kunnen nemen. Aan de constructie van al deze putten, maar vooral aan die van de schachtputten zullen hooge eischen dienen te worden gesteld.

OVERZICHT EN RESULTATEN.

De resultaten, waartoe de onderzoekingen hebben gevoerd, welke in de voorgaande bladzijden uitvoerig zijn medegedeeld, mogen hier nogmaals in verkorten vorm worden bijeengebracht, waardoor wellicht het geheel der mededeelingen meer overzichtelijk wordt.

In de eerste plaats werden bouillongelatine, met water inplaats van bouillon bereide gelatine en bouillonagar, deze laatste bij 20° en 37°, onderling vergeleken ter beantwoording der vraag, welke van deze voedingsbodems en welke van de twee genoemde temperaturen, voor zooverre het den bouillonagar betreft, het meest geschikt is om de quantitatieve, bacteriologische analyse het best dienstbaar te maken aan het doel van elk onderzoek van drinkwater: de beoordeeling van de deugdelijkheid.

Als resultaat dezer vergelijkende tellingen bleek het, dat het algemeen gebruik van de bouillongelatine wel op goede gronden berust, zoodat er geen reden bestaat dezen voedingsbodem door een anderen te vervangen. Wel schijnt het in vele gevallen gewenscht, naast de telling met behulp van de bouillongelatine, die op bouillonagar bij 37° te plaatsen, daar hierdoor, beter dan bij het gebruik van bouillongelatine, waarop voornamelijk de watersaprophyten goed gedijen, een inzicht wordt verkregen omtrent het aantal der half-parasiten, zooals b.v. B. coli, hetwelk in het water voorkomt.

Maar daarnaast kan ook het gebruik van bouillonvrije gelatine (watergelatine), gegevens verstrekken, waardoor de beoordeeling van het onderzochte water gemakkelijker wordt gemaakt, omdat hier de eigenlijke waterbacteriën tot ontwikkeling worden gebracht.

Brengt men de cijfers, welke bij het gebruik van deze drie

voedingsbodems voor het bepalen van het aantal kiemen in een watersoort worden verkregen, in teekening, dan geeft het verloop der verkregen lijnen, vooral ook wanneer deze worden beschouwd in hun onderlinge verhouding, belangrijke inlichtingen omtrent den toestand van zuiverheid, waarin zich het water bevindt.

Bouillonagar bij 20° gebruikt, bleek geen voordeelen op te leveren.

Vervolgens is aan de hand der literatuur nagegaan, welke beteekenis moet worden toegekend aan B. coli, als indicator voor de faecale verontreiniging van het water. De pogingen tot beantwoording dezer vraag voerden tot een nadere behandeling van het colititer, waarbij op grond van de gegevens in de literatuur en van de ervaringen in de Neder-Betuwe opgedaan, de gevolgtrekking werd gemaakt, dat voor drinkwater een colititer 10, wel als het laagst toelaatbare moet worden beschouwd.

De vraag omtrent het colititer bracht een andere mede, nl. die naar de methode, waarmede dit cijfer op de meest eenvoudige wijze is te bepalen.

Ter beantwoording hiervan diende een onderzoek te worden ingesteld naar de waarde van verschillende werkwijzen, welke het aantoonen van B. coli en het isoleeren van dit organisme uit drinkwater ten doel hebben.

Het onderzoek strekte zich uit over de methoden, die in Nederland voor dit doel, afgaande op de literatuur, het meest worden gebruikt, nl. die van *Eykman*, van *Bulir*, van *Mac Conkey* en van *Ringeling*.

Zoowel op grond van de gegevens, welke in verschillende verslagen zijn te vinden, als naar aanleiding van de resultaten van een in deze richting ingesteld onderzoek, kon worden vastgesteld, dat de vloeistof van *Mac Conkey* de voorkeur verdient, wanneer men, zooals in den regel geschiedt, bij het onderzoek op colibacillen in de eerste plaats van een vloeibaren voedingsbodem gebruik maakt.

In den voedingsbodem van *Mac Conkey*, — bedoeld is die, welke lactose bevat — werd het taurocholaat vervangen door gal en als indicator voor de reactie gebruik gemaakt van lakmoes-

oplossing inplaats van neutraalrood, en de hoeveelheid pepton en lactose iets verminderd, zoodat dit voedingsmedium werd bereid als volgt: 1 % pepton, 0,5 % lactose, 3% rundergal en 2,5 % lakmoesoplossing volgens *Kubel—Tiemann* in waterige oplossing. Deze oplossing wordt, met het te onderzoeken water gemengd, gebroed bij 37°.

Deze vloeistof blijkt bij een positieven uitslag van een genomen proef, wat te zien is aan de gasontwikkeling en de zure reactie, nagenoeg altijd coli-bacillen te bevatten.

Bij de proefnemingen in de Neder-Betuwe bleek dit *steeds* het geval, maar in de literatuur zijn ook gevallen vermeld, waarbij in een gistende en zure *Mac Conkey*-buis geen coli-bacillen werden gevonden.

Voor de toepassing in de praktijk werd deze vloeistof, behalve volgens het hierboven aangegeven voorschrift, ook bereid in de drievoudige sterkte, (triplex-vloeistof). Deze laatste maakt het onderzoek van grootere hoeveelheden water mogelijk met een zeer eenvoudige apparatuur, welke bestaat uit reageer- of cultuurbuizen, met daarin gebracht gistingsbuisje.

Het onderzoek van een watersoort kan nu op de volgende wijze geschieden, met gebruik der beschreven oplossing, welke men pegallac-vloeistof zou kunnen noemen. (pe = pepton, ga = gal, l = lakmoes en lac = lactose).

Voor de bepaling van het colititer worden nu vier series ieder van vijf buizen ingezet, waarbij de pegallac-vloeistof wordt gebruikt op de volgende wijze:

Serie I: 5 buizen met 5 c.m³. triplex-pegallac-vloeistof worden bedeeld met 10 c.m³. van het te onderzoeken water.

Serie II: 5 buizen met 10 c.m³. sesquiplex-pegallac-vloeistof (de triplex-oplossing op halve sterkte) worden bedeeld met 5 c.m³. van het te onderzoeken water.

Serie III: 5 buizen met 10 c.m³. enkelvoudige pegallac-vloeistof worden bedeeld met 3 c.m³. van het te onderzoeken water.

Serie IV: 5 buizen als bij serie III worden elk bedeeld met 1 c.m³. van het te onderzoeken water.

Te zamen worden op deze wijze 95 c.m³. water onderzocht.

In het algemeen kan een serie nu als positief worden beschouwd, zoo drie der vijf buizen gisting vertoonen. Het colititer, gelijk te stellen met het gistingstiter, wordt dan aangegeven door de hoeveelheid water, waarmee elke buis van de positieve serie was geënt.

Voor het isoleeren der colibacillen uit de gistende buizen kan gebruik worden gemaakt van platen van pegallac-agar, d. w. z. pegallac-vloeistof, waarvan op de gebruikelijke wijze een agar-voedingsbodem is gemaakt.

Deze laatste is eenvoudig te bereiden en goedkoop, terwijl de resultaten, welke hij geeft, niet achterstaan bij die, welke met Endo- of Conradi—Drigalski-agar worden verkregen.

Alvorens de boven beschreven methode van onderzoek als bruikbaar werd aangenomen, was door vergelijkende gistings-proeven met verschillende voedingsoplossingen, de geschiktheid van de pegallac-vloeistof aangetoond.

Zij werd met den zuren bouillon volgens *Ringeling*, waaraan echter lactose was toegevoegd in plaats van glucose, ook vergeleken voor het isoleeren van coli-bacillen. De zure bouillon, vermoedelijk als gevolg van de reactie, bleek minder geschikt.

Wat de proeven van *Eykman* en *Bulir* aangaat, die bij een temperatuur van 45° werden genomen, deze waren ook minder aan te bevelen, daar het water uit de Lek steeds „para"-coli-bacillen bevat, die wel glucose en manniet bij 45° doen vergisten, maar met lactose geen gas of zuurvorming geven, ook niet bij 37°. Deze Lek-bacterie kan dan ook niet tot de coli-bacteriën worden gerekend, daar aan deze soort den eisch dient te worden gesteld, lactose te kunnen vergisten.

De wijziging, door *Bulir* in de proef van *Eykman* voorgesteld, bleek geen verbetering. De methode van *Bulir*, die bedoelt een coli-methode te zijn, heeft op de proef van *Eykman* niets voor; tenminste niet in de Neder-Betuwe, daar het water uit de Lek en dus ook dat van slooten en vaarten in die streek, spore-vormende bacillen bevat, die neutraalrood doen fluoresceeren onder geelkleuring, waardoor het neutraalrood in de vloeistof

van *Bulir*, voor het aantoonen der reduceerende eigenschappen bij B. coli, waardeloos wordt [1]).

Wat de technische uitvoering van de proef van *Eykman* betreft, deze bleek ook mogelijk met behulp van een drievoudige oplossing van pepton en glucose in de reeds bovengenoemde reageerbuizen, maar ook bewezen de vergelijkende proeven, dat glucose kon worden vervangen door manniet, wat vooral van voordeel is, zoo men gebruik maakt van de oplossing van tienvoudige concentratie, zooals *Eykman* die voorschrijft. Want wanneer deze geconcentreerde glucose-oplossing wordt gesteriliseerd, dan verandert dikwijls de reactie van alcalisch in zuur, wat nadeelig is voor de betrouwbaarheid van de proef. De geconcentreerde oplossing met manniet vertoont deze onaangename eigenschap niet.

De hierboven aangegeven wijzen van quantitatief bacteriologisch onderzoek en de beschreven methode voor het onderzoek op coli-bacillen, werden toegepast op het water uit de Lek, op dat uit een verbinding tusschen Lek en Linge en op dat uit de Linge zelve en tevens op het water uit verschillende schacht- en nortonputten, onder welke laatste ook de bronnen van de waterleiding te Culemborg begrepen zijn.

De herkomst van deze verschillende watersoorten was bekend, evenals hare scheikundige samenstelling, zoodat zij geschikt materiaal leverden voor de vorming van een oordeel over de waarde van de beschreven bacteriologische werkwijzen.

Maar door de toepassing van de bacteriologische en chemische methoden op wateren waarvan de „locale omstandigheden" bekend waren, kon tevens eenig inzicht worden verkregen ten opzichte van den invloed, die deze laatste uitoefenen.

Hierbij werd niet alleen de allernaaste omgeving van een put of bron in aanmerking genomen, maar rekening gehouden met de geologie en hydrologie van de streek, die ten opzichte van haar hydrologischen toestand onder den invloed staat van de Lek.

Daarom werd het water uit de laatst genoemde rivier uitvoerig

---

[1]) Deze sporogenen vormen geen gas uit glucose.

onderzocht in verschillende jaargetijden, en getracht met behulp der verkregen gegevens het verband aan te toonen, dat tusschen het water uit deze rivier en dat in putten en kanalen in de onderzochte streek bestaat.

In verschillende opzichten was dit verband nawijsbaar, in andere gevallen niet.

Een gunstig resultaat werd verkregen bij de vergelijking van de soorten der bacteriën, welke voorkomen in het water der leiding te Culemborg, met die, in het water uit de Lek aangetroffen.

Dit bacteriologische contact tusschen de beide watersoorten is niet direct, daar de waterleiding te Culemborg bronwater distribueert. De Lek-bacteriën geraken in het leidingwater, door het zand uit de rivier, dat op de filters der waterleiding wordt gebruikt.

De bacteriënsoorten, die in het water der Culemborgsche leiding worden aangetroffen zijn wellicht ook te vinden in het buizennet van andere bronwaterleidingen, die zand uit de Lek als filtermateriaal gebruiken, zoodat de beschrijving dezer soorten gewenscht kon worden geacht.

Het gelukte slechts in enkele gevallen de gevonden bacteriën te identificeeren met soorten, welke onder een bepaalden naam reeds vroeger zijn beschreven.

Wel was dit het geval, afgezien van verschillende stammen van B. coli, met: B. fluorescens liq. dat in alle wateren werd aangetroffen; B. fluoresc. non liq. (Lek); Vibrio aquatilis *Günther* (waterleiding); Microc. candicans *Flügge* (waterleiding, put aan de Zandstraat).

Ook het water uit verschillende putten had één of meer bacteriënsoorten met dat uit de Lek gemeen.

Het quantitatieve-qualitatieve bacteriologische onderzoek werd verricht door te letten op het aantal soorten, dat bij het quantitatieve onderzoek van een water op de bouillongelatineplaten werd waargenomen. Hierbij bleek, dat aan dit cijfer — het aantal soorten —, wanneer het op de aangegeven wijze wordt bepaald, en dit geschiedt in den regel, weinig waarde voor de beoordeeling van de zuiverheid van water mag worden toegekend, ook al

mee, omdat op de platen verschillende bacteriënsoorten dikwijls niet zijn te onderkennen en omdat de koloniën eener zelfde soort een zeer verschillenden indruk kunnen maken.

Van meer beteekenis dan de bepaling van het aantal soorten, schijnt het onderzoek op het voorkomen van streptococcen. De ervaring, welke hieromtrent werd verkregen is dezelfde, die op verschillende plaatsen in de literatuur is te vinden. Zij leert, dat aan het voorkomen dezer organismen meer beteekenis dient te worden toegekend, dan aan hun afwezigheid.

Ten slotte bleek de samenstelling van het water in de Neder-Betuwe, van Ingen tot Culemborg, in verband te staan met de diepte, waarop het aan den bodem werd onttrokken, zoodat ook hier de groote invloed der plaatselijke omstandigheden bleek, waarbij aan deze uitdrukking een ruime beteekenis wordt toegekend.

Het water uit de diepere lagen is minder hard, dan dat, hetwelk op geringere diepte wordt gevonden. In tegenstelling met het laatste, bleek het eerste „ijzerhoudend".

INHOUD.

	Blz.
INLEIDING	1
HOOFDSTUK I. Het quantitatieve bacteriologische Onderzoek . . .	6
HOOFDSTUK II. Bacterium Coli en Gistingsproeven	37
AANHANGSEL BIJ HOOFDSTUK II. Vergelijkende Gistingsproeven	64
HOOFDSTUK III. Eenige Opmerkingen over de Hydrologie en de Geologie van de Neder-Betuwe	71
HOOFDSTUK IV. De Beschrijving van het Water uit de Lek en van het Oppervlaktewater van de Neder-Betuwe	81
HOOFDSTUK V. De Beschrijving van het Water uit de Leiding te Culemborg en van het Water uit eenige Norton- en Schachtputten in die Gemeente	105
OVERZICHT EN RESULTATEN	119

93702

STELLINGEN.

I.

De proef van Eykman bij 45 gr. is geen methode voor het onderzoek op faecale verontreiniging in drinkwater.

II.

Het spontane serum door den Codex Alimentarius voorgeschreven voor de bepaling van het soortelijk gewicht daarvan, kan beter worden vervangen door het azijnzure serum.

III.

Voor het bacteriologische onderzoek van gepasteuriseerde melk is het gebruik van weigelatine niet noodzakelijk.

IV.

Het gebruik van hoogkokende benzine bij de bepaling van het hydrastinegehalte in Extractum Hydrastis, zooals dit wordt voorgeschreven door de 4e Uitgave der Pharmacopee, geeft aanleiding tot fouten.

V.

Het watergehalte der dikke extracten behoort in de Pharmacopee te worden geregeld in verband met de eigenschappen en den aard der grondstof.

VI.

Art. 9 van de wet op de uitoefening van de geneeskunst, staat een goede verspreiding van apotheken op het platte land in den weg, tot schade van de volksgezondheid.

VII.

Voor de titratie van formaline behoort in de Pharmacopee de methode van Romijn te worden opgenomen.

VIII.

Solutio formaldehydi behoeft niet tegen den invloed van het licht beschut te worden bewaard.

IX.

Daar de provinciën geen economische, maar historisch-politieke grenzen hebben, verdient het stelsel der provinciale keuringsdiensten geen aanbeveling.

X.

De concentratie van het pharmaceutisch hooger onderwijs is noodzakelijk, zoowel met het oog op de beschikbare onderwijskrachten, als met het oog op de degelijkheid van het onderwijs.

XI.

Bij het gebruik van gistingsproeven tot het opsporen van colibacillen in drinkwater, is lactose, met het oog op de eigenschappen van deze organismen, de meest aangewezene suiker.

XII.

De proef van Ruzicka, ter bepaling van het loodoplossend vermogen van water, heeft voor de practijk der waterleidingen weinig waarde.

XIII.

Het onderzoek van grondstoffen, welke voor de bereiding van galenische preparaten worden gebruikt, behoort zóó te zijn, dat de uitkomsten daarvan een berekening ten opzichte van het gehalte der preparaten op eenvoudige wijze mogelijk maken.

XIV.

Noch de vroegere, noch de latere onderzoekingen hebben het waarschijnlijk kunnen maken, dat de saccharose de eerstgevormde suiker is bij de assimilatie van het koolzuur door de plant.

XV.

Het verdient geen aanbeveling in de anorganische scheikunde de structuurformules te gebruiken, welke aan de valentie-theorie zijn ontleend.