



In de wereld van het oneindig kleine : (bacteriën)

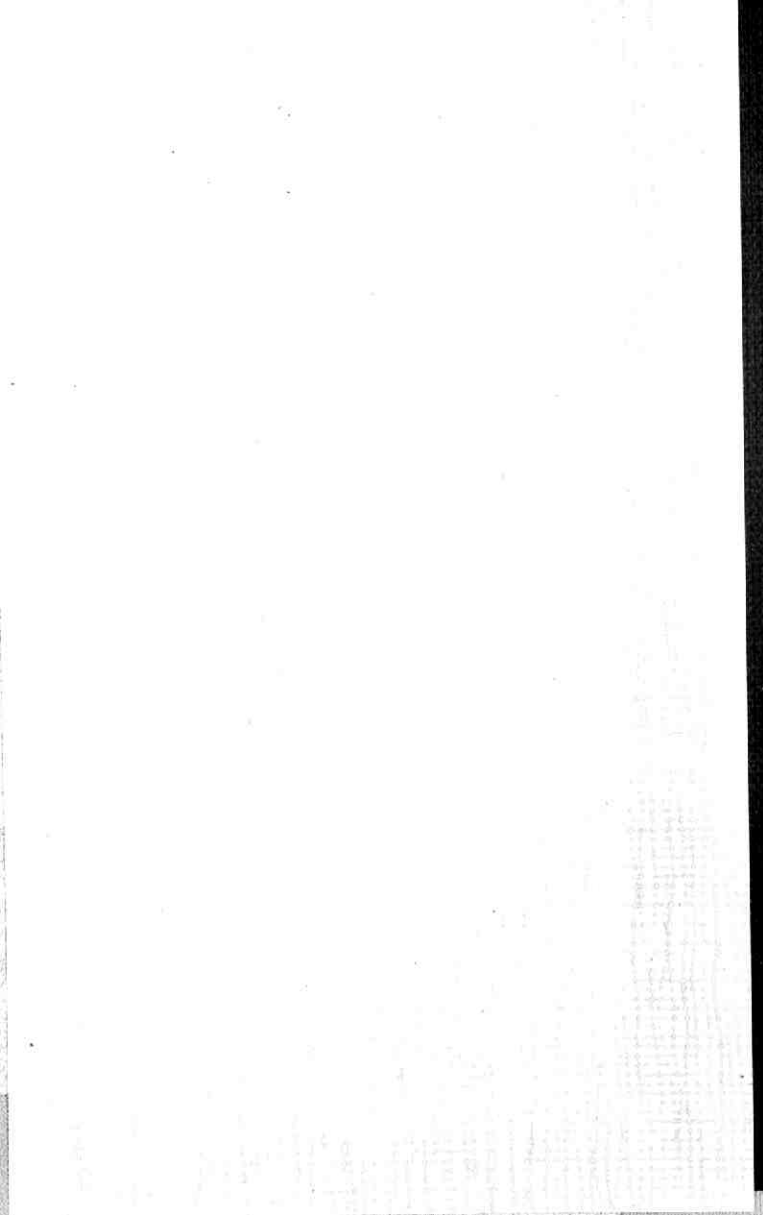
<https://hdl.handle.net/1874/236499>

HLU

Vak 162

mm13542

215





• DE • NATUUR • EN • •
HARE • WONDEREN
POPULAIR • WETENSCHAPPELJKE
BIBLIOTHEEK •



J. L. B. VAN DER MARCK.
DE WERELD VAN HET
ONEINDIG KLEINE BACTERIËN

DE NATUUR EN HARE WONDEREN

POPULAIR-WETENSCHAPPELIJKE-BIBLIOTHEEK.

Prijs per No. f 0.90. Geb. f 1.25.

CLODD, EDWARD. **De Geschiedenis van den Oorspronkelijken Mensch**, met een woord vooraf van Dr. B. C. GOUDSMIT.

GRANT ALLEN. **De Plant en haar leven**, met een voorrede van Prof. HUGO DE VRIES.

SNIJDERS, Dr. A. J. C. **De Scheikunde in het dagelijksch leven**.

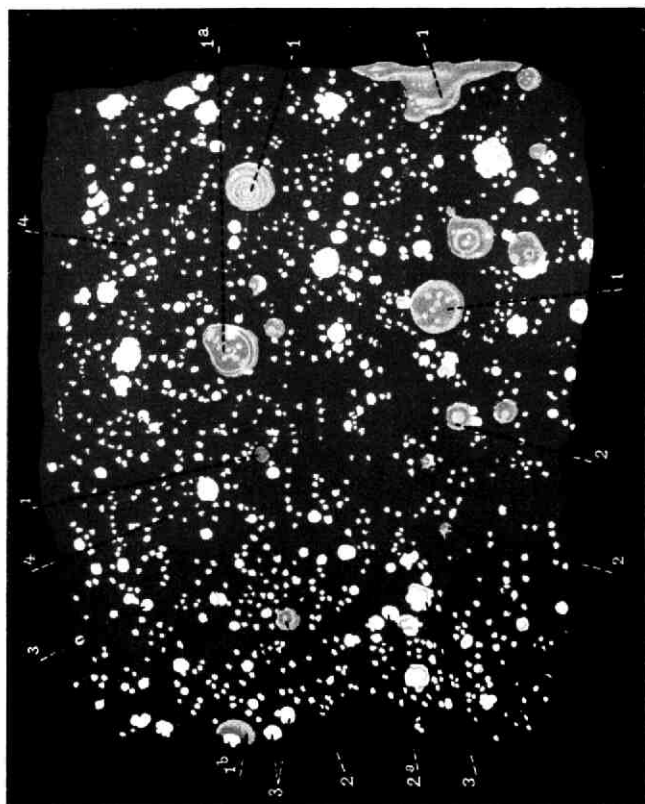
MARCK, L. J. B. VAN DER. **De Wereld van het oneindig kleine**, (Bacteriën).

BIBLIOTHEEK UNIVERSITEIT UTRECHT



3057 132 1





Gelatine-Plaatcultuur uit drinkwater.
(Verklaring in den tekst, bladz. 37 en 38).

ALW Vak 162
L. J. B. VAN DER MARCK. 215

In de Wereld van het
Oneindig Kleine.

(Bacteriën.)

MET VELE AFBEELDINGEN.



ZUTPHEN,
W. J. THIEME & Cie.



h-j-

VOORBERICHT.

De Bacteriologie, oorspronkelijk eene wetenschap alleen door geleerden beoefend, heeft in de laatste jaren eene zoo hooge vlucht genomen, en zoo menigvuldige toepassingen op velerlei gebied gevonden, dat zij allengs ook onder het bereik van het groote publiek gekomen is.

Dagelijks komen wij in aanraking met producten, welke verkregen worden door de hulp der mikro-organismen, of zien wij processen in de natuur optreden, welke geheel aan hunne werking moeten worden toegeschreven en voor den leek zoo al niet geheel onbegrijpelijk, dan toch altijd iets geheimzinnigs behouden.

Het leek mij dan ook niet ondienstig voor hen, welke de leer van het „rerum cognoscere causas” huldigen, in een zéér beknopten vorm eene schets te geven van de levensvoorwaarden en -verschijnselen dier laagste planten. Bij de samenstelling daarvan steunde ik vooral op een dergelijk werkje in het Engelsch verschenen onder den titel „The Story of Germ life (Bacteria)” door H. W. Conn.

Zooals gezegd, is deze schets zoo beknopt mogelijk gehouden; teneinde den lezer niet te

vermoelen door bijzaken, is van alles zoo veel mogelijk alleen de hoofdzaak aangestipt en het meeste gewicht op de feiten gelegd, om zoo weinig mogelijk in theorieën te vervallen. Het was echter ondoenlijk deze geheel te vermijden, waar zij dienen moesten tot verduidelijking der feiten, zooals b.v. bij de bespreking van het ontstaan der ziekten en de middelen tot tegenweer van het aangetaste organisme. Dat er tegen de daar gegeven theorieën bedenkingen kunnen geopperd worden, zal ik terstond toestemmen. Wijl echter die theorieën loopen over een gebied waarvan wij tot op dit oogenblik nog zoo bitter weinig positief weten, heb ik niet lang geaarzeld de behandelde aan te nemen, omdat zij mijns inziens den leek nog het beste inzicht geven in het proces dat hij ziet afspelen.

Moge het boekje bij velen er iets toe bijdragen hunne kennis omtrent de zoo hooginteressante plantenafdeeling der lagere Zwammen te vermeerderen.

V. D. M.

INLEIDING

Gedurende de laatste twee tientallen van jaren is onze kennis van geene enkele afdeeling der planten zoo ontzachlijk vermeerderd, als die van de Zwammen, en meer bepaald der onderafdeeling Splijtzwammen of Bacteriën. Die vooruitgang is zelfs zoo groot dat de studie dier organismen langzamerhand een afzonderlijken tak van wetenschap is gaan vormen, nl. de bacteriologie. Het is niet zoo zeer uit een botanisch oogpunt dat deze groep uit het plantenrijk zoo belangrijk is — maar wel de groote macht welke deze nietige wezens ontwikkelen in hun voortdurend hervormingswerk in de natuur.

Het zou dan trouwens ook uiterst moeilijk vallen — in het geheele plantenrijk eene afdeeling of familie aan te wijzen, welke een zóó overwegenden invloed in de huishouding der natuur uitoefent als juist de bovengenoemde;

zelfs kan zonder overdrijving gezegd worden dat zij in belangrijkheid alle andere groene planten te zamen evenaart. Hoe klein de organismen dezer afdeeling ook mogen zijn, hunne kracht kan moeielijk overschat worden; want op hunne onophoudelijke werkzaamheid is het voortdurende bestaan van dieren- en plantenrijk gebaseerd.

Na een zéér beknopt historisch overzicht zullen we in 't kort nagaan, waar deze planten gevonden worden, hunne kweeking en vernietiging; de toepassing hunner biologische eigenschappen in de nijverheid en den landbouw; de rol welke zij in de natuur spelen; vooral als oorzaak van vele ziekten en de middelen tot hunne bestrijding.

HISTORISCH OVERZICHT.

Men kan zeggen dat de studie der bacteriën zoo oud is als de uitvinding van het mikroskoop. Reeds in 1675 zag onze landgenoot, Leeuwenhoek, met zijne vrij gebrekkige lenzen voor 't eerst de wezentjes welke wij thans bacteriën noemen en wel duidelijk genoeg om ze te kunnen beschrijven; veel licht werd door hem evenwel niet ontstoken. In de volgende 150 jaren richtte wel menig natuuronderzoeker zijn mikroskoop op deze organismen, maar de meerderheid van hen was reeds tevreden met eene

eenvoudige beschouwing, zonder in het wezen der zaak dieper door te dringen; slechts weinigen van meer wetenschappelijken aanleg, wijdde er eenige aandacht aan o. a. von Gleichen, Müller, Spallanzani en Needham. Allerhand speculaties op het mogelijke verband tusschen mikroörganismen en sommige ziekten, werden gemaakt; het bleek echter onmogelijk ook maar een schaduw van bewijs voor de juistheid dezer onderstelling te vinden; eindelijk liet men haar varen en raakte zij geheel in vergetelheid, om eerst in het midden dezer eeuw weder te verrijzen. Niettemin werd toen reeds de zoo noodige mate van juistheid en scherpzinnigheid voor de studie der mikroörganismen ingevoerd, en vinden wij bv. Müller welke het gebruik der namen *Monas*, *Proteus*, *Vibrio*, *Bacillus*, *Spirillum* enz. invoerde, benamingen welke nog heden ten dage in gebruik zijn, alhoewel met eenigszins gewijzigde beteekenis. Müller leverde inderdaad een studie voldoende om de verschillende vormen van elkander te onderscheiden, en trachtte er naar deze te classificeeren, zij werden echter nog steeds als van zeer ondergeschikt belang beschouwd. Dat deze geheele arbeid zoo weinig belangrijks opleverde lag eensdeels aan de ontoereikende uitrusting der mikroskopen in die dagen, anderdeels aan een volslagen gemis aan begrip der op te lossen vraagstukken. Wanneer wij de kleinheid der bacteriën in herinnering brengen, verder de onmogelijkheid de eene of

andere onder hen langer dan eenige oogenblikken te kunnen bestudeeren, slechts zoo lang als zij onder het mikroskoop gevolgd kon worden; wanneer wij letten op de groote onvolkomenheid der samengestelde mikroskopen, die het aanwenden van sterke vergrootingen praktisch onmogelijk maakten, en bovenal de vage begrippen in aanmerking nemen welke toen nog in de hoofden der onderzoekers rondspookten, dan kan het ons niet verwonderen dat de kennis omtrent de bacteriën in de eerste helft dezer eeuw zich niet ver verhief boven het naakte feit dat er in verschillende in ontleding zijnde stoffen, uiterst kleine levende wezens gevonden worden. Met de groote verbetering welke het mikroskoop in de tweede helft dezer eeuw onderging, werd onze kennis meer en meer uitgebreid; Ehrenberg, Dujardin, Fuchs, Perty enz. lieten overal de sporen na van hun arbeid op bacteriologisch gebied.

Alhoewel Schwann, reeds toen met groote scherpzinnigheid de gevolgtrekking maakte, dat er een nauw verband moest bestaan tusschen mikroorganisme en sommige gistings- en rottingsprocessen, (eene gevolgtrekking op dat oogenblik hevig bestreden, doch later als geheel juist bevonden), Fuchs bij zijn onderzoek van „blauwe melk” de ontdekking deed dat de oorzaak een mikroskopisch organisme was, dat hij nauwkeurig bestudeerde, en Henle eene algemeene theorie opstelde over de betrekking tusschen mikroërge-

nismen en ziekten, en daarbij aangaf de wijze waarop het oorzakelijk verband tusschen eenig organisme en eene ziekte kon aangetoond worden, lieten al deze theorieën toch slechts geringen indruk achter. Eensdeels werden de bacteriën nog niet herkend als eene afzonderlijke klasse van organismen, zelfs werden zij niet eens van gistcellen of andere mikroskopische wezens onderscheiden en boezemden zij als zoodanig niet meer belang in dan andere kleine plantjes of dieren; hunne beteekenis werd eenvoudig niet begrepen. Anderdeels werd het verband dat er tusschen hen en gistings- en rottings-processen bestond, geheel over het hoofd gezien door den overwegenden invloed van Liebig die alle gisting en rotting als processen van chemischen aard verklaarde. Hij beweerde dat alle eiwitachtige lichamen in een toestand van labiel evenwicht verkeerden, en aan zich zelf overgelaten van zelf uit elkander vielen zonder eenige hulp van mikroörganismen. De macht van Liebig's autoriteit en de schitterende wijze waarop hij zijne meeningen verdedigde leidde tot de algemeene aanneming zijner theorie, waardoor dus tevens de invloed der bacteriën enz. bij die processen geheel genegeerd werd. De tegenwerpingen tegen Liebig's meening werden ter nauwernood aangehoord, en de kracht van Schwann's proeven eenvoudig geïgnoreerd. We zien dus dat tot de eerste helft dezer eeuw de bacteriën nauwelijks bekend waren; slechts weinig miskroskopisten waren met het steeds aangroeiend

getal waarnemingen bekend, die op een verband tusschen gisting en rotting en levende organismen wezen, bij de meerderheid der wetenschappelijke mannen waren zij onbekend. Eerst aan Louis Pasteur was het voorbehouden, de bacteriën op den voorgrond te brengen, en door zijne onderzoekingen werden deze organismen het voorwerp van de algemeene aandacht. Het was Pasteur die het eerst met goed gevolg de chemische gistingstheorie bestreed door aan te toonen dat eiwitstoffen volstrekt geen neiging tot ontleding vertoonen; die het eerst helder aantoonde dat de mikroörganismen even als alle andere planten en dieren in het leven geroepen worden langs den gewonen weg der reproductie en niet plotseling van zelf ontstaan, zooals vroeger beweerd werd; die het eerst bewees dat zulk een gewoon versverschijnsel als het zuur worden der melk, te voorschijn geroepen wordt door mikroskopische organismen welke in de melk groeien; die het eerst er in slaagde aan te toonen dat sommige soorten van mikroörganismen de oorzaak van zekere ziekten zijn en tevens den weg aanwees deze met gunstigen uitslag te bestrijden.

Al deze ontdekkingen volgden elkander snel op; in de tien jaren dat zijn naam gehoord werd in betrekking tot dit onderwerp, door de geleerden, was het zoo snel vooruitgegaan, dat het duidelijk bleek dat hier iets van belang was ontdekt, zoo al niet voor het groote publiek dan toch ten minste voor de geleerde wereld.

We willen de overige groote ontdekkingen van dezen geleerde voor dit oogenblik laten rusten ; uit het voorafgaande blijkt ten duidelijkste dat zijne aanspraak op den naam van stichter der bacteriologie overal zal erkend worden. Niet om dat hij de organismen het eerst ontdekte, noch ze het eerst bestudeerde, noch het eerst het verband tusschen hen en gistings- en ziekteverschijnselen aantoonde, maar omdat hij de eerste was die het fundament legde waarop de geheele wetenschap opgebouwd werd, en door streng wetenschappelijke proeven het bewijs leverde voor de juistheid der theorieën van anderen.

Nadat het belang van het onderwerp door Pasteur was aangetoond wijdden daaraan ook anderen hunne aandacht om door proeven zijne meening te bevestigen of haar te bestrijden. De vooruitgang was echter niet snel, sinds het bleek dat bacteriologische experimenten tot de moeilijkste behoorden die bekend waren. De bacteriën zelf waren nog niet eens bekend als een groep van organismen, karakteristiek genoeg om op zich zelf te staan; immers Pasteur zelf verwarde ze in den beginne nog met gistcellen, eerst Hoffman bracht in 1869 voor het eerst hen tot een afzonderlijke klasse en sinds dien tijd kwam de naam Bacterie meer en meer in zwang. Zoo moeilijk waren de onderzoekingen dat gedurende jaren slechts enkele onderzoekers gevonden werden, welke het onderwerp zóó meester waren dat hunne gevolgtrek-

kingen den toets der waarheid in den loop des tijds konden doorstaan. In de daarop volgende dertig jaren vonden we behalve veel getwist en verwarring weinig degelijks. De moeielijkheid eene bepaalde soort van bacterie te verkrijgen voor proefneming, onvermengd met andere soorten zg. „reinculturen” maakte een vooruitgang bijna onmogelijk. De verkregen resultaten waren zóó tegenstrijdig, dat spoedig in het geheele onderwerp eene hopelooze verwarring heerschte, en slechts weinige stappen op zekere basis gedaan werden, alles het gevolg van het gebruik van onzuivere cultures, zoodat iemand die zich op het onderwerp toelegt en wenscht te weten wat vroeger reeds er over geschreven is, ter nauwernood verder behoeft terug te gaan dan 1880, omdat hij zich er van overtuigd houden kan dat alles voor dat tijdstip gedaan, meer dwaling dan waarheid bevat.

In de laatste vijftien jaren heeft er echter een bewonderenswaardige omkeer plaats gegrepen; zooals vroeger reeds opgemerkt lag de moeielijkheid juist in de methode der kweeking en deze werd eerst opgeheven door Koch's ontdekking en invoering der vaste voedingsbodems, (zie pag. 36) hierdoor werd het ook mogelijk voor hen, welke niet zulk een genie als Pasteur waren met vrucht op dat terrein werkzaam te zijn.

Hierdoor was het mogelijk op gemakkelijke wijze zuivere cultures te verkrijgen en bijgevolg

gelijke resultaten door verschillende onderzoekers. Van het oogenblik af dat deze methoden werden ingevoerd is de studie der bacteriën zoo enorm snel vooruitgegaan, de daarbij opgedane ervaringen en feitenkennis zijn zoo overweldigend groot dat er weer een chaos dreigde te ontstaan. Er was eenvoudig geen tijd om al die ontdekkingen te ordenen en in hun verband te beschouwen; zoo zijn nog heden ten dage eene menigte feiten bekend, wier beteekenis nog alles behalve duidelijk is. Doch voorzeker zal in de toekomst het oogenblik komen dat ook die, thans nog duistere dingen opgehelderd worden en het geheel zich aan ons oog in het helderste licht zal voordoen.

DE VORMEN DER BACTERIËN.

Ofschoon de leek meer belang stelt in de feiten welke hem een inzicht geven in de groote macht door de bacteriën ontwikkeld in de Natuur, en de vraag naar de verschillende vormen waaronder zij zich aan ons oog voordoen, als van ondergeschikt belang door hem geacht wordt, is het toch onmogelijk een juist begrip zich te vormen, zonder het geringste van hunne vormen en vindplaatsen af te weten, daarom willen we de beschrijving ervan vooraf laten gaan. In hun vorm zijn de bacteriën wel de meest eenvoudige lichamen die men zich voorstellen kan. Ofschoon

er honderden soorten bekend zijn, kan men deze toch alle terug brengen tot drie hoofdvormen, die men het best vergelijken kan met een bil-lard-bal, een potlood en een kurkentrekker, dus bollen, staafjes en spiralen.

De bollen mogen groot of klein zijn en op verschillende wijze gegroepeerd; de staafjes mogen lang of kort, dik of dun zijn; de spiralen steil of vlak gewonden, eene of twee of meer windingen hebben en buigbaar of stijf zijn, toch omvatten bollen, staafjes en spiralen alle vormen. In grootte is er eenig verschil, ofschoon dat niet belangrijk is. Alle zijn buitengewoon klein en voor het ongewapende oog onzichtbaar. De diameter der bolletjes varieert tusschen 0,25 en 1,5 μ 1). De staafjes varieeren tusschen 0,3 μ — 2,5 μ in dikte, en in lengte tusschen de maat hunner eigene dikte en die van lange dra-den, hetzelfde kan van de spiralen gezegd worden.

In hunne wijze van groei vertoonen zij alle een gemeenschappelijken familietrek; zij hebben nl. algemeen het vermogen zich voort te plan-ten door eenvoudige deeling of splijting, daar van daan hun naam Splijtzwammen. Elk indi-vidu verlengt zich, en deelt zich dan in het midden in twee gelijke helften, welke ieder op hunne beurt dat proces herhalen. Dit is dan ook het karakteristieke kenmerk dezer planten, dat hen onderscheidt van de gistplantjes of Saccharo

1) 1 μ = $\frac{1}{1000}$ millimeter.

myceten, welke zich voortplanten door een proces bekend onder den naam van knopvorming of spruiting. (Zie figuur 1.)

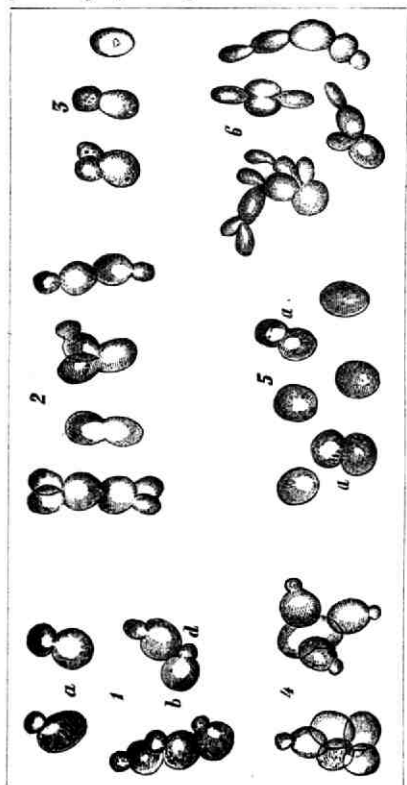


Fig. 1. Gist in verschillende ontwikkelingsstadiën. 1—5 als z.g.n. Ondergist. Bij 2 wordt de krachtigste groei waargenomen bij 5 heeft deze bijna geheel opgehouden. Bij 6 is dezelfde gistvorm voorgesteld na eene cultuur bij Bovengistings-temperatuur.

Terwijl alle bacteriën dus, zooals wij gezien hebben zich door deeling vermenigvuldigen, doen zich toch eenige kleine verschillpunten voor,

welke de oorzaak zijn, dat hun uiterlijke vorm, zooveel variatie's vertoont. Beschouwen we eerst den kogelvorm, dan vinden we dat bij sommige soorten na de deeling de twee helften loslaten om ieder op hunne beurt het proces te herhalen. Bij beschouwing onder het mikroskoop zien we dan in het gezichtsveld eene menigte *vrije* bolletjes, deze soort wordt genoemd *Micrococcus*. (Zie fig. 2.)



Fig. 2. Eetervormende Staphylo coccus.
Vergr. $\frac{800}{1}$.

Andere daarentegen blijven na de deeling samenhangen en vormen dubbeltallen welke

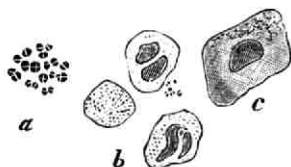


Fig. 3. Diplococci; bij a vrij, b in ettercellen, c in epitheelcellen.
Vergr. $\frac{800}{1}$

Diplococci heeten. Zie fig. 3. Heeft de deeling voortdurend in de zelfde richting plaats en blijven de stukken samenhangen dan ontstaat als het ware een ketting van bolletjes, veel overeen-

komst vertoonende met een rozenkrans, zij dragen den naam van *Streptococcus*. (Zie fig. 4.) Weder andere verdeelen zich eerst in de eene richting, daarna in eene loodrecht, daarop staande om zich ten slotte nog eens in eene derde richting loodrecht op de beide voorgaande te verdeelen. De stukken blijven samenhangen en vormen



Fig. 4. Eetervormende Streptococcus.
Vergr. $\frac{800}{1}$.

zodoende pakken van acht à 16 individuen, welke met den naam *Sarcina* bestempeld worden. Zoo spreekt men ook nog van *Staphylococci* wanneer zij samenhangen in druifvorm. Op dit uiterlijk voorkomen heeft men de verschillende coccen verdeeld, daar elke soort in hare wijze van deeling constant is. Dus alle bacteriën welke zich naar de wijze der *Sarcina* deelen behooren tot het geslacht *Sarcina*, die welke *Streptococci* vormen tot het geslacht *Streptococcus* etc.

De staafjes-bacteriën vertoonen eveneens een klein verschil in de wijze hunner deeling, al is dit ook niet zoo groot als bij de coccenvorm. Zij deelen zich altijd, volgens een vlak loodrecht staande op de richting hunner grootste afmeting. Ook hier vinden wij sommige soorten bij welke, na hunne deeling, de twee stukken terstond van elkander loslaten en dus altijd zich aan het oog als *korte* staafjes voordoen, terwijl anderen in samenhang blijven en zodoende lange draden vormen. (Zie fig. 5.)

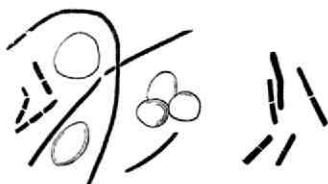


Fig. 5. Bacillen van het maligne oedeem. Links uit de lever van een guineesch biggetje; rechts uit de long van een muis.

Vergr. $\frac{700}{1}$.

Sommige soorten schijnen zich in 't geheel niet te verdeelen en doen zich dus voor aan 't oog als lange draden; dat is echter slechts schijnbaar want

onder zekere omstandigheden vallen ook deze lange draden uiteen in korte stukken. (Zie fig. 6.) In zeldzame gevallen kan zich een staafje deelen volgens zijne lengteas. Hetzelfde wat wij van de staafjesvormen mededeelden kan ook gezegd worden van de spiraalvormen; ook hier vinden we korte stukjes z. g. n. komma-vormen en aan elkander hangende lange spiralen de kurkentrekker vormen. (Zie fig. 7.)

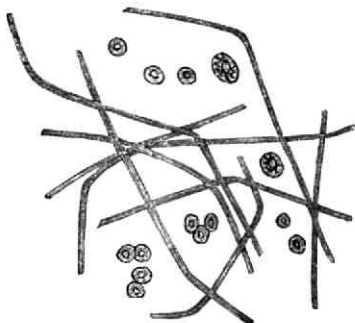


Fig. 6. Miltvuur Anthrax-bacillen uit bloed.
Vergrooting $\frac{650}{1}$.

Ofschoon al deze mikroörganismen door hunne verbazende kleinheid ieder op zich zelf als een vrij onschuldig wezen kunnen beschouwd worden, dat tegen-

over de buitenwereld vrij machteloos staat zoo wordt dat gebrek aan kracht van den eenling geheel opgeheven door de massa en daarom zijn zij zoo sterk door hunne enorme productiviteit die aan het



Fig. 7. Cholera-spirillen meest alle in z. g. n. kommavorm. Bij a echter lange spirillen.
Vergr. $\frac{600}{1}$.

ongeloofelijke grenst. Van sommige soorten is de groei onder het mikroskoop nauwkeurig bestudeerd, en is daarbij gebleken dat zij zich onder gunstige omstandigheden elk half uur kunnen deelen. Men kan hieruit afleiden hoe groot het getal kan wezen dat in 24 uren tijds ontstaan kan, van een individu.

Neemt men een uur als de gemiddelde tijd noodig voor eene deeling dan volgt daaruit dat in 24 uren uit een individu ruim zestien millioen individuen ontstaan, en in twee dagen ca. $286^{1/2}$ biljoen. Intusschen hebben deze cijfers absoluut geene waarde, omdat zij eenvoudig nooit voorkomen. Want reeds lang voordat het cijfer der nakomelingen in de millioenen gaat, houdt die enorme vermenigvuldiging op, eensdeels, omdat het hun aan voedsel gaat ontbreken, anderdeels omdat hunne eigen stofwisselingsproducten hun nadeelig zijn. Intusschen vertoonen de cijfers ons toch welk eene onbegrensde macht aan deze organismen toekomt, ten gevolge hunner enorme vermeerdering.

Deze eigenschap hebben zij hoofdzakelijk te danken aan het feit dat zij groeien op een substraat dat reeds zeer gecompliceerde voedingsstoffen bevat, welke voor eene directe opname reeds geschikt zijn, in tegenstelling met andere planten welke genoodzaakt zijn, hen eerst te vormen uit veel eenvoudiger samengestelde stoffen zooals koolzuur en water; om deze reden kunnen zij dan ook al hunne energie aanwenden op den groei en de vermenigvuldiging en

zijn deze dus slechts afhankelijk van de snelheid waarmede de voedingsstoffen opgenomen en geassimileerd worden. Tengevolge van deze vitale processen veroorzaken zij allerlei scheikundige omzettingen in het substraat waarop zij voortwoekeren en daarop berust dan ook de gewichtige rol welke zij in de natuur spelen.

VERSCHILLENDE KENMERKEN VAN SOMMIGE SOORTEN VAN BACTERIËN.

Terwijl de bacteriën dus zooals wij boven zagen vrij eenvoudig van vorm zijn, vertoonen verschillende soorten toch eenige kleine afwijkingen welke ons in staat stellen hen nader van elkander te onderscheiden. Zoo zien sommige staafjes bv. er uit als of zij met een mes recht afgesneden zijn, andere zijn aan de einden meer afgerond of eenigszins toegespitst, weder andere zijn omgeven met eene dunne geleiachtige stof, welke men *capsule* noemt. (Zie fig. 8.) Deze



Fig. 8. Diplococci
der Longontsteking.
Vergr. $\frac{300}{1}$.

capsule houdt hen als een soort cement bijeen, en belet dus de enkele individuen uit elkander te vallen. Wanneer zulk een geleiachtige stof eene groote massa van bacteriën samen houdt als een vlies dat op de oppervlakte der vloeistof waarin zij groeien drijft of op den bodem doet zinken spreekt men van eene *Zoogloea*. Wanneer zij groeien op een vast sub-

straat bv. op een voedingsvloeistof welke door middel van gelatine tot stolling gebracht is, dan verspreiden de nakomelingen van een enkel organisme zich in verschillende wijze over de oppervlakte of in de gelatine, daar zij niet in staat zijn zich als in eene vloeistof in alle richtingen te kunnen bewegen ; zij blijven bij elkander en vormen zodoende eene *kolonie*. En daar nu de wijze van deeling en hunne groepeerings voor de onderscheiden soorten verschillend is, zullen de verschillende kolonies ook een verschillend uiterlijk vertoonen. (Zie fig. 9). Daar nu deze

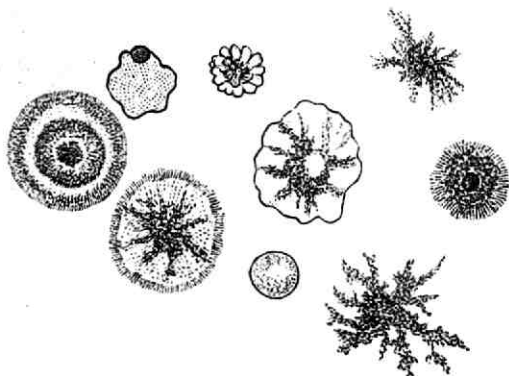


Fig. 9. Uiterlijk voorkomen van verschillende bacterie-kolonies op een vasten voedingsbodem.

eigenschap voor de verschillende soorten standvastig is, stelt zij ons menigmaal reeds in staat met het bloote oog te bepalen met welke soort wij te doen hebben.

SPORENVORMING.

Behalve door deeling kunnen sommige soorten van bacteriën zich ook nog vermenigvuldigen door vorming van *sporen*. Hieronder verstaat men ronde of ovale lichaampjes welke uit het protoplasma gevormd worden, en die in staat zijn weerstand te bieden aan invloeden, welke de gewone bacterie zouden vernietigen.

Men onderscheidt hierin twee soorten a: Endogene sporen, b: Arthrogene sporen.

a Endosporen. Deze ontstaan in het lichaam der staafjes- of spiraalvormen. In het begin doen zij zich voor als lichte, korrelige massa of als donkere stippen (Zie fig. 10) welke zich meer en

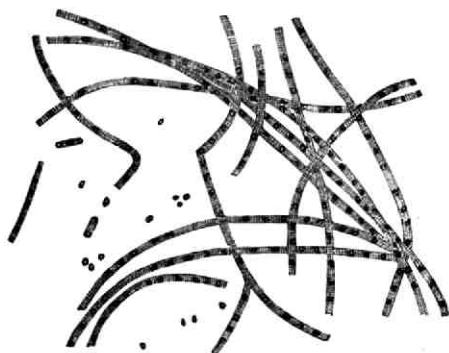


Fig. 10. Miltvuur-bacillen met sporen
vergrooting $\frac{650}{1}$

meer differentieeren van de rest van het lichaam. Soms vormt zich binnen in het staafje eene sterk

lichtbrekende, heldere, ovale of ronde spore welke eene doorsnede hebben kan, grooter dan het staafje en dit op de plaats waar zij zich bevindt doet opzwellen. (Zie fig. 11). Deze sporen kunnen liggen midden in het staafje of aan de uiteinden, zij kunnen het geheele protoplasma (d. i. de eiwitachtige stof waaruit het lichaam der bacterie is opgebouwd) verbruiken of slechts een klein gedeelte er van, in dit geval kan het staafje zijn gewonen groei voortzetten, niettegenstaande de aanwezigheid der sporen. Tengevolge van eene altijd aanwezige kleine hoeveelheid water zijn zij sterk lichtbrekend, en verder nemen zij in tegenstelling met de bacteriën aniline kleurstoffen zeer moeilijk op, maar geven deze ook omgekeerd niet



Fig. 11. Tetanus-bacillen met sporen. Vergrooting $\frac{1000}{1}$

zoo gemakkelijk af wanneer zij die eens vastgelegd hebben. Naar het schijnt is dit het gevolg van de dikke huid welke zij bezitten, en die hen tevens in staat stelt weerstand te bieden aan ongunstige invloeden, zooals droogte, hitte enz. Gewoonlijk sterft het staafje af en komen de sporen uit het lichaam te voorschijn.

b. Arthrosporen. (?) Door zekere soorten van bacteriën worden lichaampjes gevormd welke zich voordoen als zeer korte staafjes. Zoo ziet men somstijds een lang staafje uit elkaar vallen

in eene menigte kleine stukjes, aan de uiteinden afgerond, geheel helder, welke het vermogen schijnen te bezitten meer weerstand te kunnen bieden aan schadelijke invloeden dan de oorspronkelijke staafjes. Hetzelfde ziet men ook gebeuren bij de kogel vormen, welke slechts in zeer zeldzame gevallen endosporen vormen. Intusschen blijft het nog zeer twijfelachtig of de hier opgenoemde verschijnselen wel eene echte sporenvorming vertegenwoordigen. Zoo kan het ook nog gebeuren, b.v. bij het geslacht *Crenothrix* dat het protoplasma van een draad in eene menigte korrels van gelijke of ongelijke grootte uit elkaar valt, welke naar buiten komen. Aangezien nu de sporenvorming, 't zij op de eene of andere manier, niet bij *alle* soorten plaats grijpt, (zoo zijn er sommige, waarbij zij nooit is opgemerkt, onder welke omstandigheden men hen ook bracht) zoo heeft men hierin ook weder een zeer goed herkenningsteeken voor het onderscheiden van soorten, omdat ook deze eigenschap eene standvastige is. Uit het medegedeelde zal het wel duidelijk zijn geworden dat het doel der sporenvorming niets anders kan zijn dan instandhouden der soort, in dagen van tegenspoed. Door hun weerstandsvermogen tegen hitte en droogte houden zij de soort in leven onder omstandigheden waarin de gewone vormen spoedig te gronde zouden gaan. Sommige sporen zijn in staat eene hitte van 180° C. gedurende korten tijd te weerstaan, en kokend water zelfs gedurende langen

tijd. Komen zij daarna weder in gunstige conditie dan kiemen zij uit en vermenigvuldigen zich alsof er niets gebeurd ware.

BEWEGING.

Sommige soorten van bacteriën hebben het vermogen zich te kunnen bewegen en zelfs verbaasd vlug, zoodat men bij beschouwing onder het mikroskoop het beeld van een dansenden muggenzwerm krijgt. Deze beweging wordt veroorzaakt door uiterst fijne, draadvormige aanhangsels, z.g.n. *flagella* of zweepjes, welke in nauw verband staan met het protoplasma. De plaatsing en het aantal dezer zweepjes is zeer verschillend. Sommige hebben één aan het einde, of twee aan ieder eind één, of meerdere aan een eind, weder andere hebben vele zweepjes aan elk einde, of over het geheele lichaam verspreid. Bij de beweging maken deze draadjes eene golvende beweging, waardoor het lichaam vooruitgedreven wordt.

INWENDIGE BOUW.

Hoe nauwkeurig ook het uiterlijk der splitszwammen moge bestudeerd en beschreven zijn, over hun inwendigen bouw weten wij nog uiterst weinig en wat daaromtrent vermeld is geworden,

is nog ver van uitgemaakt. Men meent gezien te hebben dat zij eene huid hebben welke met cellulose overeen komt, en die een protoplasma klompje omsluit. In dit protoplasma beweren sommigen een kern gezien te hebben, anderen zijn de meening toegedaan, dat het geheele lichaam één kern is zonder protoplasma. Feitelijk is onze kennis op dit punt nog even ver als twee eeuwen geleden, toen zij ontdekt werden, en zijn onze beste mikroskopen van den tegenwoordigen tijd nog niet in staat ons den sluier op te lichten, welke dat gedeelte omhult.

ZIJN BACTERIËN DIEREN OF PLANTEN?

Over bovenstaande vraag is in den loop dezer eeuw heel wat getwist en geschreven, wat ons niet verwonderen kan wanneer wij in aanmerking nemen de uiterst lage plaats die zij in de reeks der georganiseerde wezens innemen, ongeveer daar, waar het dierenrijk en het plantenrijk divergeeren, wanneer men volgens de tegenwoordige beschouwing der levende natuur aanneemt dat beide rijken van een gemeenschappelijke oervorm afstammen. De eigenschap zich vrij te kunnen bewegen, welke zooals wij boven zagen, aan zoovelen van hen toekomt, gevoegd bij hun leefwijze op zeer samengestelde voedingsstoffen zijn zonder twijfel geschikt hen onder de dieren te rangschikken. Maar hun algemeene

vorm, hunne wijze van groei, het vormen van draden dat hun eene sprekende gelijkenis geeft met sommige echte groene planten, bekend onder den naam van *Oscillaria*, en eindelijk hunne wijze van sporenvorming geven hun al de kenmerken aan planten eigen. Men beschouwt hen dan ook als lage planten van het *Oscillaria* type die het chlorophyll (de kleurstof waaraan de groene planten hunne kleur te danken hebben) verloren hebben, en daarmede ook het vermogen uit eenvoudige stoffen, zooals koolzuur en water, zich zelf de organische voedingsstoffen te bereiden voor den groei noodig, want juist aan het chlorophyll hebben de groene planten die eigenschap te danken.

Uit het verlies van dit assimilatie vermogen volgt verder dat zij gedwongen werden zich het voedsel te verschaffen uit meer gecompliceerde lichamen, waardoor zij de rol van Saprophyten of van Parasieten moesten gaan vervullen. Zij worden dan ook te samen gerangschikt in eene groep, of liever familie, ten nauwste verbonden met verschillende andere planten, welke alleen bekend aan plantkundigen, voor het groote publiek van geene beteekenis zijn, terwijl de bacteriën door hun gemis aan chlorophyll en daarmede samenhangende leefwijze en eigenschappen thans aan iedereen bekend zijn.

VERDEELING DER BACTERIËN.

Terwijl men het thans wel algemeen eens is dat de bacteriën tot het plantenrijk behooren, is iedere verdere onderverdeeling in familiën, geslachten en soorten eene uiterst moeilijke taak gebleken, omdat het voor de onderzoekers zoo bezwaarlijk is typische kenmerken te vinden voor de verschillende groepen of familiën, wegens hun buitengewoon eenvoudigen bouw. Hoezeer zij echter ook op elkaar gelijken, toch is er geen twijfel aan dat er vele verschillende soorten bestaan, omdat zij bij onderzoek zoo zeer van elkaar afwijkende eigenschappen vertoonen.

Maar volgens welke kenmerken moest die verdeeling plaats hebben? Ziedaar de moeilijkheid. Moest er op het verschil in grootte, op de wijze van voortplanting of vorming der sporen gelet worden? Zoo heeft men bv. tot het geslacht bacillus gebracht alle staafjesvormige bacteriën welke endogene sporen vormen. Voor de verdere onderverdeeling van dit geslacht was er dus volgens de zooeven vermelde wijze niet te komen. Men heeft toen andere kenmerken te hulp genomen, zooals den vorm in het uiterlijk voorkomen der colonie op vaste voedingssubstraten, zooals gelatine, agar, aardappels enz. De eigenschap nitrieten in nitraten om te zetten; dus het oxydeerend vermogen, verder of zij de eene of andere ziekte kunnen doen ontstaan; zooals men ziet alles meer physiologische en

biologische dan morphologische eigenschappen. De gevolgen zijn dan ook niet uitgebleven; door het gebruik maken van zoo variabele kenmerken als de laatste zijn tot het determineeren is heel wat verwarring gesticht en het vraagstuk der classificeering tot heden nog verre van opgelost. Het aantal soorten, wier karakter zoo scherp omlijnd is dat zij gemakkelijk herkend kunnen worden, is zeer gering; de groote meerderheid der mikroorganismen welke gevonden zijn in den loop der onderzoekingen is nog zoo slecht bestudeerd, en zijn hunne eigenschappen nog zoo vaag bekend, dat het onmogelijk is hen terstond van elkander te kunnen onderscheiden. Gewoonlijk houden de bacteriologen dan ook ieder eene lijst der organismen welke zij bij het een of andere onderzoek tegenkomen, waarop zij de opgemerkte eigenschappen noteeren. Uit den aard der zaak heeft zoodanige lijst slechts waarde voor hem die haar samenstelde en is wegens de onvoldoende gegevens voor een ander van weinig belang. Zoo gebeurt het dan soms dat verschillende soorten slechts door één onderzoeker zijn gevonden en beschreven, misschien wel gedoopt; maar ook kan het gebeuren, dat dezelfde soort door twee of meer onderzoekers gevonden en beschreven is, en wel onder verschillende namen, omdat door de gebrekkige gegevens de resultaten moeielijk te vergelijken waren en de identiteit niet kon vastgesteld worden. En wanneer dit proces eenige malen her-

haald is, kan de lezer zich voorstellen, welke verwarring er heerschen moet in de nomenclatuur der bacteriën.

HET VARIËEREN DER BACTERIËN.

Zagen wij in het bovenstaande reeds eenige oorzaken, waardoor het determineeren der verschillende soorten bemoeielijkt wordt, in nog hoogere mate is dit het geval door de aan vele toekomende eigenschap onder veranderde levensomstandigheden, hunne karakteristieke kenmerken te veranderen. Er was zelfs een tijdperk in de geschiedenis der bacteriologie, dat men algemeen geloofde dat geene enkele soort standvastig was, dat zij zich onder verschillende vormen kan voordoen als coccus, bacillus etc. en verschillende eigenschappen bezat. Het is duidelijk dat het eene bij uitstek gewichtige vraag is, want daarmee staat en valt het geheele systeem, maar zelfs tot op dit oogenblik is zij nog niet ten volle beantwoord en is niet te voorspellen wat het laatste woord daarin zal zijn.

Van sommige soorten is zonder eenigen twijfel aangetoond dat zij in staat zijn hun physiologisch karakter te veranderen. Ziekte veroorzakende bacteriën b.v. verliezen die eigenschap onder zekere omstandigheden; andere, welke melk zuur maken, of gelatine groen kleuren, of zelf kleurstoffen ontwikkelen, eveneens. En daar dit soms

hoofdkenmerken zijn, waarop hunne onderscheiding van andere, met hen overeenkomende soorten berust, zoo springt het terstond in het oog, dat er een groote verwarring en onzekerheid uit voortvloeit, om soorten te determineeren. Verder heeft men opgemerkt dat sommige soorten eene metamorphose vertoonen, door zich nu eens als korte staafjes, of een lange draad voor te doen, dan weder als ronde sporen; andere zijn nu eens bewegelijk, dan weder geheel zonder eigen beweging. Een bolvormige soort, kan zich voor de deeling uitrekken en dan als een kort staafje vertoonen, terwijl omgekeerd een kort staafje terstond na de deeling den beschouwer aan een spherischen vorm herinnert. Om al deze redenen zal men zich wel niet er over verwonderen dat tot op dit oogenblik nog geene afdoende classificatie der bacteriën bereikt is, en dat verschillende onderzoekers het verre van eens zijn over hetgeen er toe behoort om een soort te karakteriseeren, of dat twee soorten identisch zijn of niet. In spijt van dat alles wordt heden ten dage wel bijna algemeen erkend de fundamenteele standvastigheid der soorten. Wanneer ook onder verschillende voorwaarden, eene of andere soort verschillende eigenschappen vertoont, het staat toch vast dat zij onder dezelfde voorwaarden dezelfde eigenschappen heeft; en even als het onmogelijk is onder de hogere planten de eene soort in de andere om te zetten zoo is het ook bij de bacteriën; niettegenstaande

hun groote geschiktheid tot variëeren, hebben zij toch nog eene groote mate van standvastigheid behouden. Voortdurend raken wij meer en meer bekend met hunne eigenschappen, zoodat zij op verschillende plaatsen door verschillende onderzoekers herkend kunnen worden en een ieder, die zich er mede bezig houdt, krijgt dan ook de innige overtuiging dat het slechts eene quaestie van tijd is om tot eene classificatie te geraken zoo nauwkeurig en volledig, dat de verschillende soorten volkomen van elkander onderscheiden kunnen worden.

Hoe onvolledig onze kennis ook zij, wij zijn toch gedwongen sommige namen te gebruiken. Gewoonlijk kiest men een, welke gebaseerd is op hun uiterlijk voorkomen, bv. *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Diplococcus* etc. etc. Soms wordt aan dezen geslachtsnaam nog een soortnaam toegevoegd, welke betrekking heeft op een of ander physiologisch verschijnsel b.v. *Bacillus Typhosus* wordt het organisme genoemd dat den typhus verwekt. Zulke namen zijn van zeer groot nut wanneer de soort goed bekend en nog al veelvuldig voorkomt, maar van vrij twijfelachtige beteekenis zoodra zij minder bekend is. Zoo kan zich het geval voordoen dat een onderzoeker eene studie maakt van alle bacteriën welke op eene bepaalde plaats voorkomen en dan eene heele reeks van soorten tegenkomt welke tot op dat oogenblik onbekend waren; het is dan verkieselijker deze te nummeren dan hun namen

te geven, eensdeels omdat hij meestal niet in de gelegenheid is alle verschenen bacteriologische verhandelingen en tijdschriften op te diepen, anderdeels omdat de beschrijving zelden zoo nauwkeurig en volledig is dat daarop terstond eene soort herkend kan worden. Deze methode van nummeren heeft bovendien het voordeel dat zij volstrekt geene verwarring schept, omdat zij de mogelijkheid ontloopt eene zelfde soort met twee of meer namen te doopen. Zijn naderhand alle te bepalen kenmerken voldoende bekend, dan kunnen zij vergeleken worden met wat door anderen gevonden is en blijkt dan dat zij niet er mede overeenkomen, dan is er nog steeds tijd en gelegenheid te over tot het geven van een naam.

WAAR BACTERIËN GEVONDEN WORDEN.

In de geheele natuur is geene plant bekend welke zoo algemeen en veelvuldig voorkomt als de bacteriën, en juist aan deze eigenschap, gepaard met hun verbazingwekkend productievermogen, danken zij hun grooten invloed in de georganiseerde wereld. Zij komen bijna overal op de oppervlakte der aarde voor; in den bodem, vooral daar waar deze vochtig en veel organische stof bevat, in groote hoeveelheid, hoewel slechts tot op geringe diepte, slechts weinige soorten leven dieper dan 1,5 M. Hun aantal wisselt af

tusschen eenige honderden en honderd millioen per gram. aarde; ruim een veertigtal soorten zijn beschreven als overal voorkomend. Maar vooral het water is hun element; zoowel aan de oppervlakte als in groote diepten van den Oceaan zijn ze gevonden, in het helderste bronwater zelfs komen zij voor; zoowel in stroomend als stilstaand, in het eerste zelfs in grooter aantal dan in het laatste, eensdeels omdat dit voortdurend toevoer van water ontvangt dat langs den grond loopt en de daarin aanwezige bacteriën meeneemt, anderdeels wegens den toevoer van het afval water der in de nabijheid zich bevindende woningen der menschen, en verder door zijne voortdurende beweging de bacteriën belet te bezinken, zooals dat bij stilstaand water het geval is. Dan vindt men hen in de lucht, voornamelijk in bewoonde streken; het grootste aantal dicht bij de oppervlakte der aarde, het kleinste in de hoogere luchtlagen. Alles hetgeen stof veroorzaakt vermeerdert het getal bacteriën in de lucht in hooge mate, zoo bevat b.v. de lucht in eene besloten ruimte waarin zich vele personen bevinden een onnoemelijk aantal, door het opgeworpen stof van hunne kleeren als anderszins. Verder is hun getal legio in elke rottende materie; mesthoopen, cadavers van dieren, vermolmde boomen, vuil, faecaliën enz. krioelen van bacteriën want juist daar vinden zij hun beste voedsel. Het dierlijk lichaam bevat bacteriën in mond, maag en darmkanaal in groot aantal; eveneens op de

huid in elke plooï of beschutte plaats, onder de vingernagels, in het haar, enz. In het gezonde weefsel, in het bloed, de spieren, klieren of eenig ander orgaan komen zij echter niet voor. In de afscheidingsproducten zoo als melk en urine komen zij voor, wanneer de kanaaltjes, welke die vloeistoffen van de klieren naar buiten afvoeren, door hen tot woonplaats gekozen zijn, daar zooals boven vermeld werd, de klieren zelf vrij van bacteriën zijn. En niet alleen de hoogere dieren ook de lagere bevatten hen in meerdere of mindere mate, zoo b.v. vliegen aan de pooten, bijen aan de haren van het achterlijf enz. Kortom, waar maar een plaats aan het stof geboden wordt om zich af te zetten, daar worden ook bacteriën gevonden. Op de meeste dezer plaatsen zijn zij in wat men noemt „slapenden” toestand, of groeien ten minste zeer weinig, zoo b.v. die, welke aan het droge haar zitten of in zuiver water. Maar zooals reeds vroeger vermeld werd, heeft elke bacterie of spore het vermogen, wanneer slechts de levensvoorwaarden gunstig zijn, terstond te ontkiemen of zich verder te vermenigvuldigen, en dat is wanneer zij vochtigheid en voedsel vinden; dan beginnen zij terstond die kracht te ontwikkelen welke slechts in toom gehouden wordt door gebrek aan voedsel. Dit wordt hun geboden door de lichamen van afgestorven dieren en planten, of secretieproducten, of uit andere bronnen. Hun groei en vermeerdering is dan onbelemmerd tot dat het materiaal uitgeput is,

of op andere wijze hun een halt geboden wordt. Door hunne alom tegenwoordigheid en hun vermogen scheikundige omzettingen teweeg te brengen in hun voedingsmateriaal, veroorzaken zij een voortdurende wisseling in de natuur. Alvorens daartoe over te gaan, willen we echter in 't kort eerst een overzicht geven van de wijze waarop zij gekweekt en geïsoleerd worden, en hoe men hen kan vernietigen.

KWEEKING DER BACTERIËN; REINCULTURES; KWEEKBEDDEN.

Zooals reeds in de inleiding dezer schets werd aangetoond, was eene der hoofdoorzaken der groote verwarring en tegenstrijdigheid der resultaten bij bacteriologische experimenten verkregen, de groote moeielijkheid eene bepaalde soort te isoleeren en verder te kweken onder zulke omstandigheden, dat zij de haar oorspronkelijk toekomstende eigenschappen behield en niet varieerde. In het vorige hoofdstuk zagen we dat de mikro-organismen overal op aarde voorkomen, zoodat het geene verwondering kan wekken als men in de een of andere materie een zeker aantal soorten bij elkaar aantreft. Ten einde nu uit te maken welke van deze de oorzaak is van een of ander opgemerkt verschijnsel, 't zij het ontstaan eener scheikundige verandering, het veroorzaken eener kleuring of eener ziekte, is natuurlijk in de

eerste plaats noodig de soorten van elkander te isoleeren, dus eene reine cultuur zich te verschaffen en deze verder te kweeken onder de voor haar meest gunstige levensvoorwaarden. Pasteur was de eerste welke met groot vernuft aan de oplossing van dit vraagstuk begon, toen hij zijne zoo vermaarde proeven ging nemen omtrent de oorzaak der gisting. Hij ging daarbij uit van het idee dat ook in deze wereld van het oneindig kleine de algemeene natuurwet zich deed gelden, dat in den „Kampf um's Dasein" de macht van den sterkste zegeviert. Immers, ook hier zal men het verschijnsel als overal elders zien, dat zich onder al die verschillende soorten sommige bevinden, wier leefwijze geheel aan de heerschende omstandigheden is aangepast, die dus onder de gunstigste voorwaarden verkeeren en dus het beste zullen voortkomen. Andere kunnen zich moeilijker in de omstandigheden schikken en tieren dus minder welig, terwijl nog andere ter nauwer nood in leven blijven. De eerste zullen dus in de gegeven materie het beste voortkomen, en weldra de andere overwoekeren; het duurt dan ook niet lang of zij zijn in aantal zoo toegenomen dat zij het voedsel aan de anderen onttrekken, welke daardoor afsterven of tenminste slechts een mager bestaan hebben. Neemt men nu uit eene dergelijke, zich in volle werking bevindende, cultuur een klein proefje, dan vindt men van de een of meer soorten welke in goede conditie zijn, b.v. eenige honderden of duizenden individuen

tegen enkele van de in slechteren staat verkeernde. Brengt men nu dat proefje over in eene nieuwe vloeistof, welke kiemvrij is, en de noodige voedingsstoffen bevat voor die soorten, dan zullen zij zich terstond verder vermeerderen en binnen korten tijd, de andere mede ingebrachte soorten geheel verdringen, zoodat wij eene cultuur overhouden welke slechts uit die soort bestaat, welke onder de gegeven omstandigheden het beste voortkomt. Men noemt deze methode der cultiveering in vloeistoffen die der Massacultuur.

Kon men bij de zooeven beschreven manier van handelen met groote waarschijnlijkheid besluiten, dat de zich in zoo groote overmacht bevindende organismen, ook wel de oorzaak zouden zijn van het opgemerkte verschijnsel, b.v. gisting, moeilijker wordt de oplossing van het vraagstuk wanneer van een zeker aantal soorten geene enkele eene overheerschende rol speelt, omdat de levensvoorwaarden voor alle gelijk zijn. Men kan dan wel trachten, door variëeren der aangeboden voedingsstoffen, de eene soort in gunstiger conditie dan de andere te brengen, evenwel is de uitslag steeds hoogst twijfelachtig of men wel juist die soort zal krijgen, welke de oorzaak is van de teweeggebrachte verandering. In dat geval kan men zijne toevlucht nemen tot de zoogenaamde „één cel cultuur". De stof wordt daartoe in kiemvrij water verdeeld en wel zóó sterk verdund, dat in de hoeveelheid vloeistof

welke telkens voor het enten van nieuwe kolfjes of buisjes met kiemvrije voedingsvloei-stof genomen wordt slechts één organisme aanwezig is. Maar ook dan blijft de uitslag steeds zeer twijfelachtig. Hoeveel kolfjes zouden er niet geënt moeten worden, om met wiskundige zekerheid, volgens de leer der waarschijnlijkheid, te kunnen voorspellen, dat er minstens één bij is dat het gezochte organisme bevat, vrij van alle andere soorten. Maar behalve deze onzekerheid doet zich nog eene andere voor, n.l. dat men soms eene hoeveelheid vloei-stof krijgt om te enten welke geen enkele kiem bevat, een ander maal eene welke twee of drie of meer bevat. Het is en blijft steeds eene omslachtige, tijdroovende en zeer onzekere methode. Het was dan ook reeds eene groote schrede voorwaarts toen Schröter de vaste voedingssubstraten invoerde in den vorm van kiemvrij gemaakte aardappelschijfjes. Op deze vaste onderlaag worden de bacterien gedwongen op de eenmaal ingenomen plaats te blijven, en kunnen zij zich daar vermenigvuldigen. Zorgt men nu slechts bij het uitstrijken van het entmateriaal dat dit zoo goed verdeeld wordt dat de verschillende organismen elk eene afzonderlijke plaats innemen, tevens ver genoeg van elkander verwijderd om aan de ontstaande koloniën ruimte te laten voor hunne ontwikkeling, dan is men reeds vrijwel nabij de oplossing. Slechts een nadeel hebben deze vaste substraten, zooals aardappels, rijstbrij, enz. zij zijn ondoorzichtig. Het kan zich dus voordoen

dat er kiemen tot ontwikkeling komen, welke eene kolonie vormen in kleur zoo nabij komend aan die van het substraat, en zich daarvan ook bijna of in 't geheel niet verheffend, dat het voor het bloote oog onmogelijk is hen te onderscheiden. Maar ook deze laatste hinderpaal werd weggenomen toen in 1878 Koch zijne doorzichtige voedingssubstraten invoerde bestaande uit de vroeger reeds gebruikte voedingsvloei-stoffen door middel van gelatine of agar-agar, tot een geheel doorzichtige gelei gebracht, of wel uit bloedserum dat door verwarming op eene bepaalde temperatuur tot een geheel doorzichtige gelei gestold was, 't zij met of zonder toevoegsels. Juist door hunne doorzichtigheid zijn deze stoffen zoo bij uitstek geschikt als voedingsbodem, daar de kleinste kolonie er terstond in waargenomen kan worden zelfs met het bloote oog, en tevens bieden zij het voordeel aan, dat de kiemen, welke door uitsrijken over de oppervlakte, of wel er in vloeibaren staat 1) in verdeeld zijn, bij het stollen plaatselijk gescheiden blijven en zich dus elk afzonderlijk kunnen ontwikkelen. Als voedingsvloei-stoffen worden gebruikt een oplossing van wijnsteenzure Kali, suiker, phosphorzure Kali, zwavelzure Magnesia, Chloorcalcium enz. in gedestilleerd water, melk of bouillon uit kalf- of rundvleesch, of van visschen met pepton en keu-

1) Bij temperaturen boven 26° C. wordt de gelei vloeibaar, met gelatine, die met agar boven 40°, bloedserum evenwel in 't geheel niet meer.

kenzout ; hierdoor wordt eene vloeistof verkregen welke universeel gebruikt kan worden voor allerlei soorten van organismen ; soms wordt hieraan nog de een of andere stof toegevoegd wanneer zij voor den groei van een bepaald organisme voordelig is. Terwijl de vloeibare en vaste voedingssubstraten voor de meeste bacteriën zwak alkalisch gemaakt worden, houdt men die voor gistvormen en schimmels zwak zuur en neemt tevens in plaats van bouillon mout-extract, zooals het bij de bierbrouwerij verkregen wordt, of een moes van pruimen, tamarinde enz. die van nature reeds zuur reageeren. Heeft men nu deze voedingsstoffen, volgens eene der later te beschrijven methoden kiemvrij of z.g.n. steriel gemaakt, in reageerbuisjes welke met een prop watten gesloten zijn, dan gaat men bij het kweken en isoleeren der organismen als volgt te werk. Men maakt den inhoud van een buisje voeding-gelatine bij zachte warmte vloeibaar, voegt eene zeer kleine hoeveelheid der te onderzoeken stof toe en verdeelt deze nauwkeurig in de vloeistof, welke daarna uitgegoten wordt in platte glazen dozen of wel op glasplaten, vooraf kiemvrij gemaakt. Spoedig stolt de gelatine weder en zijn dus de enkele mikroörganismen gefixeerd, welke zich dan ontwikkelen kunnen tot kolonies. Na verloop van eenigen tijd ziet men dan ook hier en daar witte of gekleurde puntjes optreden, welke zich min of meer uitbreiden, al naar mate hunne groeiwijze is. (Zie titelplaat.) Deze geeft eene

voorstelling van de ontwikkeling der in water voorkomende soorten in natuurlijke grootte. De kolonies met het cijfer 1 gemerkt doen de gelatine spoedig vervloeien, die met 2 doen het langzamer, waarbij tevens de vervloeiing trechtervormig plaats heeft; de kolonies 3 stellen den groei eener coccensoort voor welke op de oppervlakte in den vorm van porseleinachtige glinsterende puntjes groeit, terwijl de soort met 4 gemerkt binnen in de gelatine slechts langzaam opkomt. We kunnen dus reeds op grond van deze uiterlijke kenteekenen vier verschillende soorten onderscheiden. Verder ziet men bij 1a dat de eene soort eenige kolonies van eene andere soort overwoekert, bij 2a en 3a zijn twee kolonies in elkander gegroeid.

Men kan nu met behulp van een gegloeiden platinadraad een spoortje van een dergelijke kolonie nemen, op een klein dun glaasje in gedestilleerd water verdeelen, dit na verdamping van het water door eene vlam halen, waardoor zij aan het glaasje blijven kleven, en dan met behulp van aniline kleurstoffen, die alle bacteriën hardnekkig vasthouden, kleuren en onder het mikroskoop bezichtigen. Of wel men kan ook de vloeibaar gemaakte gelatine eerst uitgieten in een glasdoos en daarna met behulp van een platina-draad, de te onderzoeken stof er behoedzaam over uitstrijken. Heeft men nu op de een of andere wijze eene cultuur van de verschillende soorten verkregen, en wil men van eene zekere

specie de groeiwijze nagaan bv. in gelatine, dan neemt men een buisje met vaste gelatine, verwijderd daarvan den watten prop, na de noodige voorzorgsmaatregelen tegen verontreiniging van buiten af genomen te hebben, en steekt den platinadraad er in welke te voren even in de te onderzoeken kolonie gedoopt is. (Zie figuur 11). Men krijgt zoodoende na ontwikkeling der cultuur een beeld van den groei in gelatine, soms een zeer merkwaardig kenmerk

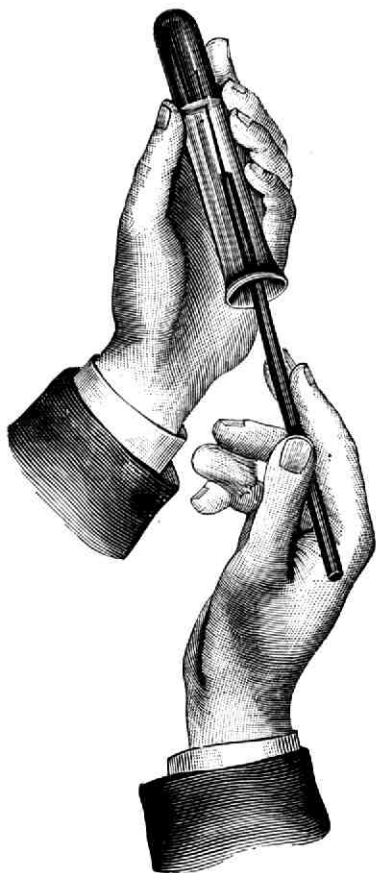


Fig. 11. Het enten van een buisje met voedingsgelatine z.g.n. steekcultuur.

voor de identificeering van de eene of andere soort;

deze cultuurmethode noemt men Steekcultuur. Wil men den groei aan de oppervlakte leeren kennen, dan laat men het buisje, terwijl zijn inhoud nog vloeibaar is, in hellenden stand bekoelen, (zie figuur 12) en strijkt over de aldus verkregen groote oppervlakte iets van de kolonie uit de glasdoos;

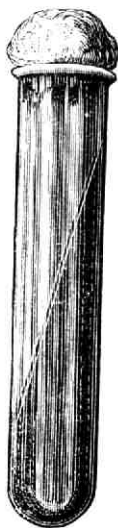


Fig. 12.
Cultuurbuisje
met voedings-
gelatine in
schuinsche
richting ge-
stold voor
streepculturen.

men ziet dan het organisme in zijne groeiwijze aan de oppervlakte z. g. n. Streepcultuur. Men kan dit procédé nog op velerlei wijzen variëeren, doch het zoude ons te ver voeren die hier alle op te sommen.

In het bovenstaande was reeds eenige malen sprake van kiemvrij of steriel gemaakte voedingsstoffen, we komen hiermede tot het bespreken der methoden hoe de een of andere stof steriel gemaakt kan worden, d. w. z. hoe men de daarin of daarop aanwezige organismen kan dooden, want na al het aangevoerde zal het wel duidelijk zijn, dat men, om tot zuivere resultaten te komen, beginnen moet er voor te zorgen, dat geen vreemde kiemen in het onderzoekingsmateriaal kunnen komen, dus in de eerste plaats, de voor de kweek gebruikte stoffen vrij van levende organismen moeten wezen. De methoden om hiertoe te geraken kan men in 't kort tot vier rubrieken brengen. 1^e. De verhitte in droge lucht tot op 160^o—200^o C. 2^e. De verhitte in

stroomenden waterdamp van 100° C. en hooger. 3°. Door chemische middelen. 4°. Door filtratie.

Het is gebleken dat alle bacteriën zonder uitzondering bij eene verhitting in droge lucht tot op 160° zeker afsterven benevens hunne sporen, welke, zooals wij vroeger zagen, zooveel meer weerstand bieden aan ongunstige invloeden.

Alle voorwerpen, welke tegen deze manipulatie bestand zijn, zooals metalen, glazen, porseleinen etc., worden dus het eenvoudigst op deze wijze steriel gemaakt. Is de stof daar echter niet tegen bestand, zooals dit met de voedingsstoffen het geval is, dan neemt men zijn toevlucht tot stroomenden stoom van de gewone dampkrings-drukking dus van 100° C. of wat nog beter is, tot gespannen stoom van 2 à 3 atmospheeren, dus van ruim 120° C. Daar stoom beter doordringt, en de warmte beter geleidt, worden bij die temperatuur ook de sporen gedood. In toepassing wordt deze methode gebracht bij de desinfectie-ovens waarin kleederen, beddegoed enz. door lijders aan besmettelijke ziekten gebruikt, bevrijd worden van de daarin zich bevindende ziektekiemen, om verdere verspreiding der ziekte te voorkomen.

De stoffen, welke tot de derde categorie behooren, zijn legio, nog jaarlijks levert de rustelooze scheikunde eenige nieuwe op, welke meestal niet veel beter of slechter dan haar voorgangsters zijn. Enkele van deze zijn hevige vergiften, en daardoor is hun gebruik vrij beperkt, al moet men toegeven dat zij, wat hunne kiemdoodende

kracht aangaat, niet overtroffen worden, hiertoe behooren voornamelijk de oplosbare kwikverbindingen.

Tot de minder gevaarlijke rekent men de lichamen welke uit den steenkolenteer verkregen worden, met name het carbolzuur, de kresolen, het salicylzuur enz. Als een uiterst werkzaam desinfectiemiddel wordt in den laatsten tijd aangewend, voor het desinfecteeren van geheele vertrekken met alles wat zich er in bevindt, het Formaldehyde, dat naast zijne betrekkelijke ongiftigheid (ten minste zoolang het niet ingenomen wordt, de inademing is niet zoo gevaarlijk) het groote voordeel heeft gasvormig te wezen en daardoor overal in te dringen, wat voor de vloeibare middelen minder gezegd kan worden, en van de vaste in het geheel niet. Bovendien tast het meubels, tapijten en behangsel niet aan, wat verreweg de meeste andere middelen wel doen, soms zoo, dat een desinfectie met eene geheele vernieling gelijk staat. Het lijdt dan ook geen twijfel dat er voor het Formaldehyd nog eene groote toekomst is weggelegd in de reeks der kiemdoodende middelen.

Bij de methode der filtratie, waarvoor dus alleen vloeistoffen in aanmerking komen, wordt gebruik gemaakt van holle cylinders uit onverglaasd porselein of wel uit Diatomeeën schalen het z. g. n. Kieselguhr gebakken, welke in den handel komen onder den naam Chamberland bougies of Berkefeld filters. De poriën dezer

materialen zijn zoo fijn dat de bacteriën, zelfs de kleinste mikrococcen, er door teruggehouden worden en alleen de vloeistof doorloopt. Zij zijn voornamelijk in gebruik voor het zuiveren van drinkwater; vooral bij het leger, in streken waar het water zeer vervuild is en vaak besmettelijke ziekten epidemisch optreden, zooals cholera, typhus enz., hebben zij onschatbare diensten bewezen.

HET GEBRUIK VAN BACTERIËN IN DE VERSCHILLENDE INDUSTRIËN.

Zooals wij vroeger zagen, komen de mikro-organismen op de meest verschillende stoffen voor, een bewijs dat zij in de keuze van hun voedsel niet zeer kieskeurig zijn; inderdaad kan elk product van dierlijken of plantaardigen oorsprong in hunne behoeften voorzien. Sommige soorten schijnen wel aan wat engere grenzen gebonden en daardoor in hunne levensvoorwaarden meer beperkt te zijn, maar de meerderheid kan op de meeste verschillende stoffen van organischen oorsprong voortkomen. Bij hunne opname van het voedsel veroorzaken zij daarin scheikundige omzettingen, welke de chemicus ontleding noemt, zij breken de verschillende samengestelde stoffen als het ware in stukken van veel eenvoudiger samenstelling, z. g. n. splitsingsproducten. Soms zelfs evenwel bezitten zij naast het vermogen om af te breken ook dat

van opbouwen, m. a. w. zij kunnen uit de meer eenvoudige lichamen zulke van meer gecompliceerden bouw vormen. In elk geval is het aantal der stoffen, welke hun ontstaan te danken hebben enkel aan den groei der mikroörganismen, en de daarmee samenhangende stofwisseling, enorm groot. En hoe klein elk organisme op zichzelf wezen moge, door hun buitengewoon groot voortplantingsvermogen zijn zij in staat in korten tijd ingrijpende veranderingen te doen plaats hebben in het substraat, dat zij bewonen, en daarin eene menigte stoffen te doen ontstaan, welke het gevolg van hun groei zijn; en hieraan hebben zij dan ook de belangrijke rol te danken welke zij in de wereld spelen. Hunne macht om de aangeboden voedingsstoffen in chemische betekenissen te kunnen vernietigen is op zichzelf reeds van niet weinig belang, maar de nieuwe door hen gevormde producten, 't zij door op te bouwen of af te breken, spelen een rol in de huishouding der natuur, welke wij thans eerst van lieverlede in haren vollen omvang beginnen te overzien. Op het vermogen meer samengestelde stoffen te ontleden is eene geheele rubriek van industrieën gebaseerd, welke men met den naam van Maceratie-industrieën zou kunnen bestempelen, omdat ternauwernood eenige dierlijke of plantaardige stof aan hun verweekenden invloed kan weerstand bieden.

TOEPASSING VAN HET ONTLEDINGSVERMOGEN
DER BACTERIËN IN DE NIJVERHEID.

Vlas. Hennip. Jute. Deze in de textiel-industrie gebruikte stoffen zijn de bastvezels van planten bij de botanici bekend onder de respectieve namen *Linum Usitatissimum*, *Cannabis sativa* en *Corchorus capsularis*. De Jute is in 't nederlandsch ook bekend onder den naam van gonje. De stengels dezer planten bestaan echter op verre na niet geheel uit deze vezels, maar bevatten nog eene menigte kortere breekbare houtvezels, welke voor de nijverheid geene waarde hebben. Intusschen zijn deze twee soorten in de plant zoo vast aan elkander verbonden, dat zij onmogelijk langs mechanischen weg gescheiden kunnen worden. Al de plantencellen zijn namelijk aan elkander gehecht door eene soort cement, dat waarschijnlijk uit een kalkzout bestaat van het pectinezuur. Wil men nu de, voor de techniek geheel waardelooze korte houtvezels scheiden van de langere en taaiere bastvezels, om deze verder te kunnen bewerken, dan moet het bovengenoemde cement opgelost worden en hiertoe worden de bacteriën te hulp genomen. Men stelt de vezels daartoe bloot aan de inwerking van vocht en warmte, waardoor spoedig een rijke bacteriëngroei ontstaat; men kan dat doen door hen uitgespreid op het land, aan dauw en regen bloot te stellen, of wel door hen gedurende een paar weken in stilstaand water onder te dompelen.

Er heeft dan eene rotting plaats waarbij de kleefstof wordt opgelost, welke de vezels bij elkander houdt. Het geheele proces is bekend onder den naam van „rotten”; na droging worden dooreen eenvoudig mechanisch procedé de twee soorten vezels gescheiden. Het geheel is een typisch gistingproces; van de rottende vezels stijgen uiterst onaangename geuren op, en het water bevat na afloop der gisting eene groote hoeveelheid stoffen, welke als meststof gewaardeerd worden. Nog niet zeer lang geleden is het geheele proces eerst nauwkeurig bestudeerd geworden en daarbij de bacillus gevonden, welke de oorzaak is van de ontleding der pectinezure kalk. Tot op dit oogenblik is nog geen enkel procedé gevonden, dat op even doeltreffende wijze de beide vezelsoorten scheidt, en ons dus van de hulp der bacteriën ontslaat.

Wat voor de hierboven genoemde drie vezelstoffen gezegd werd, geldt ook voor cocosvezels, welke verkregen worden van het omhulsel der cocosnoten, hiervoor wordt een „rottings”proces gevorderd van minstens zes maanden tot een jaar. Dan zijn de vruchtvezels zoo week geworden dat zij van elkander gescheiden kunnen worden om verder de bewerking te kunnen ondergaan, die hen geschikt maakt voor de fabricage van vloermatten, vloerzeilen, borstels enz., alle zoo hoog geroemd om hunne stevigheid. Natuurlijk moet er bij het „rottings”proces maat gehouden worden en kan men het niet willekeurig lang

uitstrekken omdat dan de vezel te veel aangetast werd; want het kan niet ontkend worden, dat het reeds plaats grijpt gedurende den vrij korten tijd der roting en het lijdt geen twijfel, dat, wanneer er een mechanisch procedé bekend werd, waarbij op even doeltreffende wijze de twee vezelsoorten gescheiden konden worden, een product verkregen werd, beter dan thans het geval is. Ook bij de praeparatie der *Sponzen* wordt gebruik gemaakt van de eigenschap der bacteriën organische stoffen te ontbinden. De sponzen zijn oorspronkelijk de woningen van zeedieren; de poriën, welke men er in vindt, zijn gedurende het leven geheel gevuld met de weeke deelen van het dier, welke vóór het gebruik verwijderd moeten worden. Daartoe worden zij slechts aan de zonnewarmte blootgesteld, en weldra treedt de bacteriënvegetatie op, welke de weeke deelen aantast; nadat dit plaats gehad heeft, worden zij eenvoudig uitgewasschen en zijn dan voor gebruik geschikt.

NUTTIGE TOEPASSING DER STOFWISSELINGS- PRODUCTEN VAN BACTERIËN.

Van hoeveel belang enkel de ontledende kracht der mikroörganismen ook moge zijn voor de in het vorige hoofdstuk genoemde takken van nijverheid, nog veel belangrijker zijn de daarbij ge

vormde splitsingsproducten of wel de uit deze opgebouwde lichamen door de bacteriën, welke dan als stofwisselingsproducten kunnen beschouwd worden. Overal waar zij maar groeien op organische stoffen en daaruit hun voedsel trekken, kan men er zeker van wezen, nieuwe scheikundige verbindingen tegen te komen, gedeeltelijk door splitsing der voorhandene, gedeeltelijk door geheel nieuwe constructie ontstaan en wel van den meest verschillenden aard. En niet alleen dat die groote verscheidenheid afhangt van den aard der voeding, ook van de bacteriën, zoodat verschillende soorten, welke hetzelfde materiaal bewerken, geheel verschillende lichamen te voorschijn roepen; omgekeerd kunnen dezelfde bacteriën bij opname van verschillend materiaal ook verschillende stoffen produceeren. Sommige van deze nieuwe producten zijn vergiftig, andere geheel onschadelijk; eenigen zijn gasvormig, andere vloeibaar. Verscheidene hebben een bijzonderen geur, zooals men kan opmerken aan een stuk vleesch dat in ontbinding verkeert, terwijl weder andere een eigenaardigen smaak hebben, we herinneren slechts aan den wildsmaak, de z. g. haut goût dien vleesch aanneemt in de eerste stadiën van ontleding. Geheel langs empirischen weg, lang voordat men bekend was met de rol welke bacteriën hierbij spelen, had men reeds geleerd op welke wijze het best deze stoffen ontwikkeld kunnen worden, om er in 't eene of andere geval partij van te trekken. Geheele in-

dustrieën wier producten naar duizenden en duizenden kilo's tellen zijn gebaseerd op dit vermogen der bacteriën, bij zeer vele misschien zonder dat de mensch zich bewust was, welke machtige bondgenooten hem ter zijde stonden.

DE MIKROÖRGANISMEN IN DE GISTINGS- INDUSTRIE.

De gistingsnijverheid heeft tegenwoordig in de beschaafde wereld een zoo reusachtigen omvang aangenomen, en is een zoo gewichtige factor geworden, dat wij allereerst haar moeten behandelen. Zij is voor het grootste gedeelte gebaseerd op den groei eener klasse van organismen, welke wij in het begin van deze schets reeds vermeldde onder den naam van spruitzwammen of *Saccharomyceten*. Zij staan op een ietwat hooger trap dan de echte bacteriën of *Splijtzwammen*. Zooals reeds medegedeeld werd, bestaat hun verschil in de wijze van vermenigvuldiging, nl. door knopvorming, terwijl zij door hun vermogen, scheidkundige veranderingen teweeg te kunnen brengen in het substraat waarin zij groeien, zeer nauw verwant zijn met de bacteriën. Gewoonlijk is alcohol het begeerde product, en hoewel dit een enkele maal ook door bacteriën wordt geleverd, maakt men toch in de techniek slechts gebruik van gist. Niettegenstaande dus gist de hoofdrol speelt bij het gistingsproces, spelen bacteriën toch

een belangrijke rol, daar zij soms een minder gewenschten invloed uitoefenen, doordat zij het geheele proces in de verkeerde richting kunnen laten loopen. B.v. wanneer een bierbrouwer het verkregen mout, of een wijnbouwer het druivensap wil laten vergisten tot bier of wijn, wenscht hij dat dit plaats grijpe enkel door zuivere gist zonder bacteriën; is dit het geval dan krijgt hij een uniform en zuiver product. Maar reeds lang was het dezen bekend dat er soms onregelmatigheden in het verloop der gisting optreden en hoe ook gezocht werd, men kon de oorzaak niet opsporen; eerst in de laatste jaren was het aan de bacteriologen gegeven den sluier op te lichten en dan ook het geneesmiddel aan te wijzen. De hoofdoorzaak bleek meestal te liggen in de onzuiverheid der gist, welke met bacteriën besmet was, wier invloed op het eindproduct bier of wijn meer of minder zorgvuldig bestudeerd werd. Sommige van hen maken het product zuur, andere bitter; weder andere ontwikkelen eene slijmerige stof, welke het bier of den wijn kleverig maken. Ofschoon in de meeste gevallen de soorten welke deze verschijnselen doen ontstaan voor bier en wijn verschillend zijn, heeft men toch eenige gevonden, welke zoowel in de brouwerij als bij de wijnbereiding hun verderfelijken invloed doen gelden. Het ligt in den aard der zaak dat heden ten dage, nu onze kennis zoo vermeerderd is in dit opzicht, zulke verkeerde gistingen veel minder voorkomen dan vroeger, omdat men de methoden

heeft leeren kennen hoe zij te vermijden zijn; de wijnbouwer verkeert nog altijd in iets slechtere conditie dan de bierbrouwer, daar hij gebonden is aan de specifieke gist welke op zijne druiven voorkomt, terwijl de brouwer, met zijn mikroskoop gewapend, terstond zijne gist kan monstereen, daar hij slechts van twee soorten gebruik maakt, de zoogenaamde Ondergist en Bovengist.

Zooals we zoo even zagen is de wijnbouwer min of meer geheel gebonden aan de specifieke gist welke op zijne druiven voorkomt; die gistcellen, hoewel zij onder elkander niet veel verschil vertoonen bij beschouwing, zoowel in hunne cultuur als onder het mikroskoop, leveren uiterst verschillende producten bij de gisting en moet daaraan voornamelijk worden toegeschreven het verschil in geur en smaak der verschillende wijnsorten, het zoogenaamde „bouquet” van den wijn. Wanneer dit eenmaal als vaststaande wordt aangenomen dan volgt logisch daaruit dat men in staat zal zijn, bij overenting van die soorten, welke een zeer bouquetrijken wijn opleveren, in druivensap dat gewoonlijk wijn van inferieure qualiteit geeft, men den verkregen wijn zeer zal verbeteren, en werkelijk hebben de proeven in die richting genomen zeer veel succes opgeleverd, al is het ook niet in die mate als men wel verwacht had; want de invloed van den bodem, zijne gesteldheid, bemesting, de soort der druif enz. zijn allemaal factoren welke eveneens eene

groote rol spelen en die veranderen natuurlijk niet. De grootste aanwinst in de gistingsindustrie is voorzeker wel de gebleken mogelijkheid zelfs uit mout, dat anders slechts bier oplevert, wijn te maken, zooals Sherry, Madera, etc., door het onder zekere voorzorgsmaatregelen te laten vergisten door de gist welke op de Xeres en Madera druiven voorkomt, en welke wijnen thans in den handel gebracht worden onder den naam Maltonwijnen.

AZIJN.

Het handelsbelang van den azijn, hoe groot het ook zij, kan natuurlijk niet vergeleken worden met dat van de producten der alcoholische gisting. Onder azijn verstaat men eene slappe oplossing van azijnzuur in water, soms nog in vereeniging met andere stoffen welke aan de verschillende azijnsoorten een typischen geur en eene kleur geven, afhankelijk van het materiaal waaruit zij bereid zijn. Steeds echter is de gewone alcohol het uitgangsmateriaal; hij wordt eenvoudig door zuurstof uit de lucht geoxydeerd. Hoewel ook langs zuiver scheikundigen weg deze oxydatie kan verkregen worden, b. v. door middel van platinaspons, toch is deze methode practisch onuitvoerbaar.

Bij de bereiding gaat men uit van verschillende slappe oplossingen van alcohol door gisting ver-

kregen, zooals mout, wijn, cider en soms van slapen alkohol waaraan wat suiker en mout toegevoegd is. Wanneer deze oplossingen gedurende eenigen tijd aan de lucht zijn blootgesteld, worden zij langzamerhand zuur, doordat de alkohol van lieverlede in azijnzuur overgaat en dus ten slotte geheel verdwenen is. Evenwel niet alle alkohol wordt als azijnzuur teruggewonnen, omdat de oxydatie niet stil blijft staan bij dit punt. Het azijnzuur kan namelijk nog verder geoxydeerd worden en daarbij overgaan in koolzuur en water, waarvan het eerste gasvormig ontwijkt. Dit oxydatie-proces nu wordt veroorzaakt door den groei van bacteriën in de vloeistof; wanneer het regelmatig verloopt vindt men aan de oppervlakte eene dikke viltachtige massa, bekend onder den naam van „azijnmoer”, en bestaande uit eene groote menigte bacteriën die de eigenschap hebben de zuurstof uit de lucht over te dragen op den alkohol. In den beginne dacht men dat slechts ééne soort dit verschijnsel teweeg bracht, welke men *Mycoderma aceti* noemde, doch later onderzoek bewees dat verschillende soorten hieraan deelnemen, ofschoon zij nog op verre na niet alle nauwkeurig bestudeerd zijn. Iedere soort schijnt onder bepaalde omstandigheden het best te werken, de eene doet het langzaam, de andere vlug; de eerste leveren echter aan het eind het grootste bedrag aan azijnzuur. Er moeten evenwel zekere grenzen in acht genomen worden zoowel wat het alkohol-gehalte als het bereikte

zuurgehalte aangaat; is het eerste te hoog dan groeien de bacteriën niet, daar hij doodend werkt in die sterkte, heeft het zuurgehalte eene zekere hoogte bereikt, dan werkt het eveneens doodelijk op de organismen, die dan sterven in hun eigen stofwisselingsproduct en de nog aanwezige alcohol blijft verder onaangetast; de grens van het zuurgehalte ligt bij ongeveer 15 %. Gewoonlijk neemt men hiervoor hooge cylinders, gevuld met houtkrullen, waarover men langzaam alcohol laat druppelen; nadat de alcohol er over heen gelopen is komt aan den bodem eene vloeistof te voorschijn welke voor het grootste gedeelte uit azijnzuur bestaat, en dan een tweede vat in dezelfde wijze passeert, totdat alle alcohol geoxydeerd is. Men heeft nu wel getracht het geheele proces als van zuiver scheikundigen aard voor te stellen daar de alcohol over een zoo groote oppervlakte verspreid wordt, doch dit is eene dwaling. Want men is genoodzaakt de houtkrullen eerst te drenken met warmen azijn; laat men den alcohol er zoo terstond over heen loopen, dan heeft geene azijnvorming plaats, en kan men dus niet anders aannemen dan dat het proces zijn ontstaan te danken heeft aan den groei der bacteriën.

Evenals in de brouwerij en de wijnbereiding ziet men soms ook hier ongewenschte nevenverschijnselen optreden: het gevolg van de aanwezigheid van vreemde bacteriën, wier werking zich uit door verandering van den smaak en

den reuk van het product, en hoewel de azijnfabrikanten niet zoo kieskeurig zijn in hun uitgangsmateriaal als de brouwers, heeft toch het experiment geleerd dat met zuivere cultures de beste resultaten bereikt worden.

MELKZUUR EN BOTERZUUR.

De bereiding dezer beide zuren heeft op verre na niet dien omvang als de azijnfabricage. Beide worden in de techniek weinig gebruikt, alleen als geneesmiddel en grondstof voor de bereiding van vruchten aroma's hebben zij eenige betekenis. Ook hier is de mensch weder geheel op de bacteriënwerking aangewezen, want hoewel ook langs scheikundigen weg deze zuren te verkrijgen zijn, zoo is dat procedé toch te omslachtig en kostbaar om er technisch van gebruik te kunnen maken.

Het melkzuur is zooals we later zien zullen het zuur, dat gevormd wordt bij het zuur worden der melk; en hieraan neemt niet slechts ééne bepaalde soort van organismen deel, want zooals het onderzoek geleerd heeft zijn er verscheidene in staat uit allerhande stoffen dit zuur te produceeren; in elk proefje zuur geworden melk zal men dus eene menigte van deze organismen kunnen aantreffen. Bij de fabricage kan men dus uitgaan van melk, maar om spoediger tot een zuiverder product te geraken neemt men

meestal rietsuiker, welke door verwarming met een zuur omgezet wordt in invertsuiker, en dan bedeed wordt met eene kleine hoeveelheid zure melk of rottende kaas. Natuurlijk voert men bij deze handelwijze ook eene menigte bacteriën in, welke geheel andere omzettingen zouden teweegbrengen, zoo zij niet door de zeer snel groeiende melkzuur vormende soorten overwoekerd en verdrongen werden, omdat deze ten eerste in overheerschend aantal aanwezig zijn en ten tweede in de vloeistof in de gunstigste conditie geplaatst worden. Het enten met eene zuivere cultuur zoude dus in dit geval niet zeer veel verschil in het eindproduct opleveren. Nu zijn er van het melkzuur, waarop wij het oog hebben, drie verschillende modificatie's bekend, welke zich van elkander voornamelijk onderscheiden door de werking welke zij op het gepolariseerde licht uitoefenen. Eene soort draait namelijk het polarisatie vlak naar rechts, eene tweede draait het naar links, terwijl de derde optisch onwerkzaam is, omdat het zuur feitelijk bestaat uit eene vereeniging van de rechts en links draaiende modificatie. Deze eigenschap, het polarisatie vlak te draaien, is alléén het gevolg van de verschillende rangschikking der atomen in het molecule, en nu is het merkwaardig dat men door uit te gaan van verschillende soorten van bacteriën uit dezelfde grondstof de verschillende soorten van zuur kan verkrijgen.

Zoo produceert de *Mikrococcus acidi paralac-*

tici het rechts draaiende zuur, de *Bacillus acidilaevolactici* het links draaiende, terwijl de *Bacillus acidilactici* het optisch onwerkzame zuur levert; dat echter door hoogere Schimmels zooals *Penicillium glaucum* ontleed kan worden in zijne twee componenten; de schimmel gebruikt hierbij het links draaiende zuur als voedsel, en laat het rechtsdraaiende onaangetast, zoodat het ten slotte overblijft.

Het *Boterzuur* wordt op dezelfde wijze verkregen, daarbij wordt ook eerst melkzuur gemaakt, doch dan treden andere mikroörganismen in werking, welke het gevormde melkzuur verder tot boterzuur omzetten.

INDIGOBEREIDING.

Zooals men weet verstaat men onder Indigo de donkerblauwe kleurstof, welke uit het sap van planten gemaakt wordt, die hoofdzakelijk tot het geslacht *Indigofera* behooren. Daartoe brengt men de gekneusde planten in gemetselde bakken, stampt ze er vast in en laat hen vervolgens aan de zeer spoedig intredende gisting over, gedurende veertien dagen. Bij deze gisting heeft het volgende plaats: in het plantensap komt eene stof voor welke Indican genoemd wordt en vrij samengesteld van bouw is; door de werking van eene specifieke bacteriënsoort, welke reeds op de bladeren der plant voorkomt,

wordt dit Indican gesplitst in de eigenlijke blauwe kleurstof Indigo en eene suikersoort, genaamd Indigglucine. Door de reduceerende kracht der suikersoort, of misschien tengevolge van andere processen welke nog plaats vinden in de gistende massa, wordt de Indigo, welke in water onoplosbaar is, omgezet in eene kleurlooze verbinding, welke wel oplost. Men laat dan de vloeistof afloopen in een tweeden bak, waarin zij vlijtig omgeroerd wordt. De zuurstof der lucht zet dan de kleurlooze verbinding weder om in de blauwe Indigo, welke bij rustig staan bezinkt en verzameld wordt. Dat het proces bepaald verloopt op de aangegeven wijze, dus een echt fermentatie-proces is door de werking der bacteriën is bewezen geworden, door steriel gemaakte planten in steriel water te plaatsen, er heeft dan geene indigovorming plaats. Brengt men er dan eene kleine hoeveelheid der bacteriën in, zoo begint de gisting reeds spoedig en verschijnt de indigo kleurstof.

BACTERIËN BIJ DE FERMENTATIE DER TABAK.

Een analoog proces, hoewel van eenigszins anderen aard als bij de indigobereiding, heeft plaats bij de bewerking welke de Tabak ondergaat eer zij geschikt is om gerookt te worden. In de tabaksbladen komt namelijk, evenals in alle andere planten, eene vrij groote hoeveelheid

eiwitstoffen voor. Wanneer deze nu niet verwijderd werden, zouden de bladen bij het branden, in plaats van de welriekende geuren, welke zij na de toebereiding afgeven, een lucht van brandend hoorn ontwikkelen, dus verre van aangenaam. Maar behalve deze verandering spelen nog zeer vele andere factoren daarbij mede, ten deele processen van scheikundigen of physischen aard. Gewoonlijk worden de tabaksbladen, na afgesneden te zijn, zorgvuldig gedroogd, dan laat men hen weder vochtigheid opnemen uit de atmosfeer, en zet hen daarna op hoopen. Reeds zeer spoedig ziet men de temperatuur in den hoop rijzen, eene aanwijzing dat er een gistingsproces plaats heeft; na verloop van zekeren tijd worden de hoopen omgezet, zoodat al wat eerst boven op lag, dan onder komt, en dus alle deelen gelijkmatig door het proces veranderd worden. Is dit hoofdproces afgeloopen, dan wordt de tabak naar de verschillende fabrikanten verzonden, waar zij nog eene verdere bewerking ondergaat, afhankelijk van het product dat men er van krijgen wil, 't zij rook- of snuiftabak.

Maar in elk geval zijn het gistingsprocessen; zoo wordt b.v. de snuiftabak aan een veel meer gecompliceerde bewerking onderworpen dan rooktabak; soms wel, na gemalen en met sommige ingrediënten vermengd te zijn, aan twee of drie verschillende bewerkingen, welke weken of maanden kunnen duren. Gedurende het laatste gistingsproces wordt de bijzondere reuk en kleur

der snuif ontwikkeld, evenals bij de oorspronkelijke of opvolgende gisting die van rooktabak. Intusschen heeft de tabakplanter ook met eene menigte organismen rekening te houden, welke het geheele proces kunnen doen mislukken. Wanneer gedurende het drogen en het fermenteren de temperatuur, de vochtigheid en het toetreden der lucht niet zorgvuldig geregeld worden, ontstaan terstond ziekten in het product, welke zijne waarde kunnen doen dalen of zelfs geheel vernietigen; dit schijnt door verschillende organismen veroorzaakt te worden, hij moet dus voortdurend op zijne hoede zijn tegen deze vijanden en daarom is de geheele bereiding der tabak, van het oogenblik dat zij geoogst wordt af, tot dat zij geheel geschikt is voor gebruik, eene zeer moeilijke operatie, welke licht mislukt, indien niet de grootste voorzorgen genomen worden. Zooals iedereen bekend is, hangt de waarde van de tabak in de eerste plaats af van de geur die zij bij het branden ontwikkelt en ten tweede van de kleur; en aangezien het bewezen is dat deze zich gedurende de gisting ontwikkelen, tengevolge van de levensprocessen der bacteriën, zoo lag het voor de hand te besluiten, dat de verschillende qualiteiten der tabak grootendeels toegeschreven moesten worden aan de werking van verschillende soorten van mikroörganismen. Het getal bacteriënsoorten, welke op de tabaksbladen gevonden worden, is dan ook zeer groot. En dit is geene zaak van ondergeschikt belang; tot op

zekere hoogte heeft de proefneming bewezen, dat bepaald de waarde der tabak afhankelijk is van de soort van organismen welke aan het gistingsproces deelnemen.

Uitgaande van deze onderstelling, hebben sommige bacteriologen getracht, tabak, welke onder gewone omstandigheden eene inferieure qualiteit oplevert, te laten fermenteeran met organismen, gecultiveerd van bladen, welke eene zeer superieure qualiteit geven. En naar zij berichten zijn hunne proeven met succes bekroond. Het gaat hier evenwel mede als met de verbetering van wijn, door gistsoorten te gebruiken, welke de beste wijnen opleveren; evenals daarbij nog alles verre van volledig bekend is, zelfs de scheikundige verbindingen welke het bouquet van den wijn veroorzaken, onbekend zijn, om te zwijgen van de wijze waarop zij ontstaan, zoo ook bij de tabak. De specifieke aroma's welke bij het rooken zich ontwikkelen, zijn geheel onbekend, evenmin de stoffen waaruit zij ontstaan, en zoolang dit niet voldoende opgehelderd is, kan er ook geen sprake zijn eene rationeele fermentatie in te voeren door middel van zuivere cultures, juist omdat men niet weet welke stoffen ontwikkeld moeten worden en welke niet.

Hierbij zoude dan nog komen dat het groote aantal bacteriën, dat op de tabaksbladeren voorkomt, volledig bekend zoude moeten zijn in al zijne biologische en physiologische eigenschappen. Zoodra echter onze kennis in dit opzicht

wat meer vooruitgegaan zal zijn, zal er ongetwijfeld ook hier eens eene geheele hervorming optreden, zooals deze reeds heeft plaats gehad in de brouwerij en spiritusfabricage. Geheel en al zal echter het verschil in qualiteit nooit opgeheven kunnen worden; de verscheidenheid in anatomischen bouw der bladen, in scheikundige samenstelling, als gevolg van de botanische soort of van invloeden van den bodem en het klimaat kunnen nooit geheel gecompenseerd worden door eene fermentatie met andere bacteriën.

ONGEWENSCHTE GISTINGEN EN ONTLEDINGEN.

Voor dat wij van dit onderwerp afstappen, willen we nog even een en ander opmerken over sommige veel last en moeite veroorzakende gistingen en omzettingen, welke in verschillende takken van nijverheid optreden, welke bijzondere methoden vereischen, soms zelfs eene geheele industrie wederom in het leven geroepen hebben, om hun optreden te verhinderen. Als de oorzaak van alle ontledingen kunnen de bacteriën, hoe gewenscht hunne aanwezigheid soms ook moge zijn, toch vaak ook veel last doen ontstaan wanneer zij in materiaal geraken dat men juist tegen deze ontledingen en gistingen wil vrijwaren. Juist omdat zij zoo overvloedig overal voorkomen, kan men er vast staat op maken, dat geene stof, voor gisting geschikt en blootge-

steld aan de lucht of aan water, van hun aanval verschoond blijft. Daar vandaan dat het onmogelijk is vruchten, vleesch, groenten enz. gedurende langen tijd te bewaren, zonder hulp van bijzondere methoden. Geconserveerde vleeschwaren of groenten of vruchten, zijn dus niets anders dan vleesch of groenten beschut tegen de inwerking van mikroorganismen. Op grond van het vroeger aangeroerde over de levensvoorwaarden en het dooden der kiemen is de zaak buitengewoon eenvoudig in theorie. Of men verwarmt het te conserveeren materiaal tot op eene hooge temperatuur waardoor de aanwezige kiemen gedood worden, en sluit het hermetisch af van de lucht terwijl het nog heet is, zoodat geen nieuwe organismen kunnen toetreden. Op deze wijze wordt aan de zuurstof, door de verwarming uitgedreven, het weder binnendringen belet en daarmee een hoofdfactor voor bacteriëngroei uitgesloten. Of wel men onttrekt het voor iederen groei zoo noodige water, men droogt dus de stof uit (gedroogde groenten, vleesch enz.) of men brengt haar in eene ruimte waar de temperatuur dicht bij het vriespunt ligt in ijskelders en ijskasten, waaraan de geheele kunstmatige ijsindustrie hare opkomst te danken heeft of men stelt haar bloot aan den rook van smeulend hout, waardoor de bacteriën gedood worden door de in dien rook voorkomende dampen van scheikundige verbindingen welke als sterke kiemdoodende middelen bekend zijn, nl. phenol en zijne homologen.

Tevens wordt hierbij het eiwit in de buitenste lagen voorkomend, in een onoplosbaren staat gebracht, waardoor het dan tevens eene beschuttende laag vormt tegen latere indringing van nieuwe kiemen en tegen de verdamping van het water waardoor het vleesch geheel zoude uitdrogen binnen korten tijd. Of wel men legt het vleesch in eene sterke zoutoplossing (pekkel) welke ook eene groote antiseptische kracht bezit. Het is nu toch een merkwaardig feit dat de meeste dezer methoden om vleesch te conserveeren reeds lang in de praktijk toegepast waren voor men iets van den samenhang wist tusschen rotting en bacteriën en de praktijk dus een heel eind vooruit was op de theorie.

Soms echter zijn de bacteriën van waarde in onze voedingsmiddelen; zoo zouden de liefhebbers van haut-goût aan wild zich daarvan moeten spenen zonder bacteriën; onze huismoeders geen zuurkool krijgen zonder hunne hulp omdat zij slechts ontstaat door eene melkzuur gisting, wij allen den zoo hooggewaardeerden fijnen smaak der boter en der verschillende kaassoorten missen zonder hunne assistentie; hierover zullen we in een volgend hoofdstuk nog een en ander mededeelen.

DE ROL DER BACTERIËN IN DE ZUIVEL-
BEREIDING.

Deze tak van nijverheid is wel een der oudste, welke de mensch beoefend heeft; van het oogenblik af dat hij zich huisdieren hield is hij er mede vertrouwd geworden, en heeft gedurende al die eeuwen welke ons van dat tijdstip scheiden, louter door ervaring, de meest geschikte bereidingswijzen leeren kennen, zonder dat hem de oorzaken, het waarom en hoe bekend waren.

Uit den aard der zaak was deze nijverheid in vroegere tijden, bij de slechte middelen van vervoer, de minder dichte bevolking enz. van veel minder belang, daar zij slechts het product in beperkten kring kon afzetten. Maar sedert de aanwas der bevolking in de steden zoo reusachtig toegenomen is en aldaar geene of niet noemenswaardige zuivelbereiding plaats heeft, de middelen van vervoer oneindig veel verbeterd zijn, zoodat het mogelijk is de producten in geschikte transportmiddelen over groote afstanden te verzenden, heeft zij eene uitbreiding en beteekenis gekregen welke moeielijk overschat kan worden. Tegelijkertijd bleek het meer en meer dat de oude empirische methoden, waarbij zoo vaak allerlei onverwachte tegenspoed ondervonden werd, zonder dat de oorzaak kon opgespoord worden, op een meer wetenschappelijke basis behoorden opgebouwd te worden. En zoodoende leerde men allengs dat die nieuwe me-

thoden, alleen door toepassing der ontdekkingen op bacteriologisch gebied, konden gevonden worden; het bleek dan ook al ras dat de fabrikanten der melkproducten meer afhankelijk zijn van de bacteriën en hunne werking dan misschien eenige andere klasse van industriëelen. In de hedendaagsche zuivelbereiding speelt dan ook het tegengaan van den groei der mikroörganismen in melk, en het bevorderen van den groei in room, boter en kaas eene hoofdrol.

OORSPRONG DER BACTERIËN IN MELK.

Om te beginnen willen wij opmerken dat de melk op het oogenblik van afscheiding in de uiers der gezonde koeien, geheel vrij van bacteriën is. Zooals wij reeds in een der vorige hoofdstukken zagen worden de bacteriën, hoe zeer zij ook overal verspreid zijn, niet gevonden in het bloed en de lympe van gezonde dieren en worden zij niet afgescheiden door hunne klieren; daarom is de melk, afgescheiden door de melkklier, vrij van bacteriën.

Het heeft lang geduurd eer het bewijs voor dit feit geleverd werd, doch ten slotte is men er in geslaagd het onomstootelijk vast te stellen. In de tweede plaats heeft men aangetoond dat alle veranderingen welke in de melk plaats grijpen na hare afscheiding veroorzaakt worden door den groei van bacteriën. Dit werd even-

eens langen tijd ontkend, zelfs lange jaren, nadat men de rottings- en gistingsprocessen had leeren kennen als een gevolg van den groei van bacteriën, zonderde men de verschijnselen in de melk optredende, van dezen regel uit.

Het standvastige voorkomen van het zuur worden, en de groote moeielijkheid of liever schijnbare onmogelijkheid, dit te voorkomen, leidde tot het geloof dat het zuur worden van melk iets normaals is, iets voor haar karakteristieks, evenals het gerinnen van bloed is. Intusschen brak zich ook hier ten laatste, de waarheid baan en werd er glashelder aangetoond dat, afgezien van eenige onbeduidende verandering van scheikundigen aard zooals verdamping en oxydatie van het botervet, de melk geene verandering ondergaat indien zij vrij blijft van bacteriën en dus altijd haar zoeten smaak behoudt.

Maar het is absoluut onmogelijk melk steriel van de koe te verkrijgen, tenzij men voorzorgsmaatregelen neme welke in de practijk echter onuitvoerbaar blijken. Op de wijze zooals de melk gewoonlijk behandeld wordt, kan men er zeker van zijn, dat zij besmet wordt met bacteriën, zelfs zóó, dat zij vaak op het oogenblik dat zij in den emmer terecht komt een half of heel millioen bacteriën per cc bevat; hoe ongelooflijk het ook schijnt, het is meermalen proefondervindelijk bewezen. Aangezien deze bacteriën nu in de afgescheiden melk niet voorkomen, moet

hunne herkomst buitenaf gezocht worden, en wel vindt men die in het volgende :

In de eerste plaats in de koe zelf; want terwijl hare melk steriel wordt afgescheiden en haar bloed eveneens kiemvrij is, is zij zelf de meest overvloedige bron voor bacteriëninfectie ; ten eerste zijn de melkkanaaltjes, welke de melk naar buiten voeren, vol organismen. Na iedere melking blijft er een weinig melk in die buisjes zitten en die geeft natuurlijk aan tal van bacteriën een uitnemend voedingssubstraat, zoodat zij, eenmaal van buiten af er ingekomen, 't zij uit de lucht of op andere wijze, zich terstond er enorm in vermenigvuldigen ; tegen den tijd der volgende melking krioelen die kanaaltjes van organismen welke door den eersten spat uitgedreven worden en wanneer deze opgevangen wordt in den melk-emmer, hun groei in de melk kunnen voortzetten.

Verder is er overvloed van bacteriën op de huid der koe ; elk haar, elk ingedroogd deeltje vuil is een broeinest voor hen. Het achtergedeelte vooral verkeert gewoonlijk in minder zindelijken staat, omdat de boer zijne koeien zelden roskamt, en door de bewegingen welke zij gedurende het melken maakt door het slaan met haar staart enz. raakt een niet onbelangrijke hoeveelheid van dat vuil los en komt in den melkemmer terecht. De melkboer heeft dit zelf reeds ingezien, en laat daarom de melk door eene zeef loopen. Deze houdt wel het vuil terug

maar niet de bacteriën, daar deze, wegens hunne kleinheid door de mazen heen gaan. Dan zijn de melkimmers verre van schoon in bacteriologisch zinnig; hoe zorgvuldig ook gewasschen en geboend steeds blijven in kleine scheurtjes of naden van de metalen of houten emmers eene menigte bacteriën nog aanwezig, welke terstond weder hun groei beginnen zoodra er melk in den emmer komt. En dan vooral niet den melker of de melkster te vergeten als bron van verontreiniging; van zijne of hare vuile handen en kleederen komen niet weinig organismen in de melk, hoewel dit aantal verre achterstaat bij het vroeger opgenoemde. Dat de lucht ook vele bacteriën oplevert is zeker, vooral wanneer het vee zich voor het melken met stoffig hooi gevoed heeft. Wanneer men nu in het oog houdt dat melk een uitstekend voedingssubstraat is voor deze organismen, dat zij warm afgemolken wordt, dus op eene temperatuur zeer gunstig voor den groei, dan zal het geene verwondering wekken als men verneemt dat er, op het oogenblik dat zij aan de markt komt, een paar honderd millioen per cubieken centimeter in voorkomen kunnen, dat hun aantal, na verloop van een dag, soms niet te berekenen is. Tevens zal men dan inzien dat eene dergelijke macht met haar vermogen omzettingen te weeg te brengen — diep ingrijpende ontledingen in de melk kan doen ontstaan welke zoowel in het voor- als nadeel van den zuivelbereider zijn — in het nadeel van den

melkslijter omdat zij zijn product soms onverkoopbaar maakt, in zijn voordeel daar zij het afscheiden der boter en het rijp worden der kaas bevorderen.

INVLOED DER BACTERIËN OP MELK.

Onder melk verstaat men eene uiterst fijne verdeeling van het botervet in eene oplossing van eiwitstoffen, melksuiker en anorganische bestanddeelen in water. De hoofdmassa der eiwitstoffen, de Caseïne, wordt in oplossing gehouden door de alkalisch reageerende phosphaten der alkali-metalen, hoofdzakelijk het Kalium phosphaat. K_2HPO_4 .

Voegt men aan de melk een zuur toe, dat het Kalium-phosphaat overvoert in KH_2PO_4 of zelfs vrij Phosphorzuur doet ontstaan, dan is het oplosmiddel der Caseïne weggenomen: zij wordt neergeslagen, de melk slaat om.

Door de werking van sommige bacteriën wordt zooals vroeger vermeld werd, melksuiker omgezet in Melkzuur; hieraan heeft de melk dan ook bij bacteriëngroei haren zuren smaak te danken, en tevens dat de Caseïne niet meer opgelost blijft doch uitvalt. Maar nadat dit zuur in eene zekere hoeveelheid geproduceerd is, werkt het zelf verderfelijk op den verderen groei der bacteriën, en houdt voorloopig gedurende eenigen tijd verdere ontleding tegen. Men beschouwde langen

tijd dit zuur worden als een verschijnsel dat overal hetzelfde was, en wel veroorzaakt door een mikroorganisme genaamd *Bacillus acidilactici*, dat in melkinrichtingen veelvuldig voorkomt zoowel in Europa als elders. Maar spoedig bleek bij een zorgvuldig onderzoek, dat er nog meer organismen aan deel nemen. Ja zelfs dat de vermelde *Bacillus* geheel afwezig zijn kan. Het aantal soorten dat deze eigenschap heeft is in den loop des tijds reeds tot over de honderd gestegen. Zij tasten wel niet alle de melk op dezelfde wijze aan, er zijn kleine verschillen in de soort zuur en het bedrag er van, doch veranderen doet de melk zeker; en ofschoon er dus verscheidene soorten zijn welke de melk op deze wijze veranderen, toch blijft de *Bacillus acidilactici* de hoofdrol onder hen spelen. Maar behalve de genoemde verandering kunnen er nog eene menigte andere plaats hebben, alle door verschillende organismen veroorzaakt. Soms slaat de melk om zonder dat zij zuur wordt, dan weder wordt zij bitter, of krijgt een zeep- of verfsmaak, of wel zij wordt slijmerig, dit kan soms zoo erg worden dat zij zich na verloop van eenigen tijd in lange draden laat uittrekken. Eene zoodanige infectie kan dan vrij wat last en schade veroorzaken, want soms weerstaat zij elke poging om haar te keer te gaan en blijft voortdurend in gang. Wordt de smaak dus vaak veranderd door bacteriën niet minder is dit met het uiterlijk der melk het geval. Zoo wordt zij

soms blauw op het oogenblik dat zij zuur wordt, of wel zij krijgt een roode of gele kleur. In al deze gevallen heeft het bacteriologisch onderzoek geleerd dat mikroörganismen de oorzaak dezer verandering waren en slaagde men er in de schuldigen met zekerheid aan te wijzen. Dat deze verschillende veranderingen zoo wel voor den producent als consument grooten last en onaangenaamheid opleveren zal niemand ontkennen, de bacteriën zijn van het begin tot het einde er de oorzaak van, en dat de producent zoowel als ieder die met melk te doen heeft, hen liefst zoo veel mogelijk tracht te ontwijken ligt voor hand. Omdat hij op hen voorbereid is, kan de melkboer hen betrekkelijk gemakkelijk ontgaan, zoodra hij de oorzaak van een of ander ongewenscht verschijnsel heeft opgespoord, zoodat het dan slechts op eene zorgvuldige behandeling van het product aankomt. Met de wetenschap, dat al deze ongewone verschijnselen slechts veroorzaakt worden door ongewone soorten van bacteriën (die dus niet zoo veelvuldig voorkomen), en bij oplettende behandeling buiten gesloten kunnen worden, valt het hem niet moeielijk het geheele bedrijf onder contrôle te houden. Al de in het begin van dit hoofdstuk vermelde bronnen van infectie, van het vuil aan de uiers, of aan de haren of van zijne handen, of van het stof van het hooi enz. afkomstig, behoort hij te vermijden wat zonder veel moeite te bereiken is, alleen door de noodige reinheid te betrachten en ver-

der de melk koel te bewaren, want eene lage temperatuur is ook een machtige factor in het tegengaan van den bacteriëngroei. Zuivere zoete melk te verkrijgen is dus enkel eene quaestie van zorg, maar dat wil ook zeggen van arbeid en kosten. Zoolang het publiek nog steeds blijft dwingen om *goedkoope* melk, zoolang zal het ook nog steeds voorzien worden met minder zuivere melk. Zoodra het echter geleerd zal hebben dat ook hierin de zuinigheid de wijsheid bedriegt, dat goedkoope melk feitelijk dure melk is, en het zich eene kleine uitgave meer wil getroosten, zal ook aan dat volksvoedingsmiddel bij uitnemendheid meer zorg besteed en een zuiverder product verkregen worden.

BACTERIËN BIJ DE BOTERBEREIDING.

Wanneer wij thans overgaan van de melk tot de boter vinden wij dat juist het tegenovergestelde het geval is, nl. hoe ongewenscht zij zijn in de melk, zoo gezocht zijn zij bij de boterfabrikage; zijn zij dus als vijanden te beschouwen voor den melkslijter, voor den boterfabrikant zijn zij ware bondgenooten. Reeds zoolang boter gemaakt wordt, hebben de boterfabrikanten gebruik gemaakt van de hulp der bacteriën zonder zich er van bewust te zijn.

Wanneer de melk gedurende eenigen tijd aan zich zelf overgelaten wordt, stijgen de vetbolle-

tjes door hun geringer soortelijk gewicht langzamerhand naar de oppervlakte en vormen daar eene meer of minder dikke laag, welke men room noemt, en natuurlijk evenals de melk eene groote hoeveelheid bacteriën bevat, welke er gemakkelijk in groeien. Slechts zelden wordt deze room, terstond nadat zij zich afgescheiden heeft, gekarnd; op eenige plaatsen is er vraag naar boter uit zoete room, op de meeste evenwel verlangt men boter van andere kwaliteit en laat men daartoe de room een rijpingsproces ondergaan, eene verzuring, eer zij gekarnd wordt.

Hiertoe laat men de afgescheppte room gedurende een halven tot twee à drie dagen in bakken staan, naar gelang van omstandigheden, waarbij dan eene zekere verandering er in plaats grijpt. De bacteriën, oorspronkelijk in de melk aanwezig en dus ook in de room, groeien daarin even goed, zoodat zij na korten tijd in enorm aantal er in voorkomen; diensgevolge veranderen zij hare samenstelling zij krijgt een zuren smaak, wordt lijviger, doordat de caseïne zich begint af te scheiden, en bovenal krijgt zij door de werking der mikroörganismen, een bizonderen smaak en aangename geur, welke de verse room niet bezat. Dan wordt zij gekarnd. Alleen gedurende het rijp worden der room oefenen de bacteriën deze gunstige werking uit, want nadat de boter eenmaal gekarnd is, wordt een groot gedeelte verwijderd in de karnemelk, en het waschwasser,

waarmede de boter uitgekneed wordt. Van hen, die nog in de boter blijven, sterft een groot deel spoedig af omdat zij er geen geschikten voedingsbodem vinden, en zij die er nog in blijven, groeien nog een tijdlang, doch oefenen dan in plaats van eene gunstige werking een verderfelijken invloed uit op de boter, zij zijn n.l. de hoofdoorzaak van het rans worden.

Het hoofddoel dat met het rijpingsproces beoogd wordt, is in de eerste plaats de room meer geschikt te maken voor het karnen. De boterfabrikant wist reeds lang door ervaring dat rijpe dus zure room veel vlugger en beter gekarnd kan worden dan versche en dat hij tevens eene grootere opbrengst aan boter verkrijgt. Maar vooral geschiedt het om er dien bizonderen geur en smaak in te ontwikkelen, welke zoo zeer gewaardeerd wordt en dien de boter uit versche room bereid geheel mist, en welke dus tevens de waarde van het product bepalen.

Het geheele rijpingsproces is door de bacteriologen zeer nauwkeurig bestudeerd geworden; daarbij is gebleken dat het een gistingsproces is, juist als bij andere takken van nijverheid voorkomt. Een gedeelte der organismen tast de melksuiker aan en vormt er melkzuur uit; een ander deel werkt op het botervet in en brengt daarin kleine veranderingen teweeg, terwijl nog andere de eiwitstoffen ontleden. Het eindresultaat van al deze omzettingen is dus het optreden van eene menigte bijproducten, welke het verschil uitmaken

tusschen versche en zure room. Ofschoon nu gewoonlijk het ontstaan van dergelijke ontledingsproducten in voedingsmiddelen als minder gewenscht beschouwd wordt, toch is dit bij de room niet het geval, wanneer het proces niet te lang duurt; want dan treden ook in de room producten op, welke als schadelijk voor de gezondheid aangemerkt worden, vooral is dat het geval met de producten uit de eiwitstoffen ontstaan.

Maar evenals bij de vroeger vermelde gistingsprocessen, door de inwerking van ongewenschte soorten van bacteriën, het geheele product bederven kan, zoo ook bij het rijpingsproces der room. Soms ziet de boterfabrikant, zonder eenige naspeurlijke reden het geheele proces in ongewenschte richting verlopen; in plaats van den fijnen geur en smaak treedt een onaangename bittere smaak op of wel de kleur verandert, en daalt daarmede de waarde van het product.

Zoo heeft de ervaring verder geleerd dat sommige boterfabrikanten niet in staat zijn een goed product te verkrijgen uit hunne melk, terwijl dit bij anderen met dezelfde zorg en moeite wel het geval is; de bacteriologie heeft ook dit punt opgehelderd. Zooals wij reeds gezien hebben komen in de melk en dus ook in de room verschillende soorten van bacteriën voor; bovendien kunnen op verschillende plaatsen weder andere soorten optreden; al naarmate nu de eene of andere soort zich in de room ontwikkelt zal ook de plaatsgrijpende verandering een verschil ver-

toonen, en hieraan is het dus alleen toe te schrijven of de boter een meer of minder aangenamen smaak zal hebben. Zelfs de verschillende jaargetijden laten hun invloed gelden; de bacteriën welke in de maand Juni in de room gevonden worden zijn andere dan die men in Januari er in aantreft, waaraan men dan ook gedeeltelijk het verschil in smaak tusschen zomer en winterboter toeschrijft. Bevat de melk een groot aantal bacteriën der goede soort, dan verloopt het rijpingsproces normaal en krijgt men boter van uitstekende hoedanigheid in het tegenovergestelde geval wordt zij van mindere kwaliteit, soms zelfs geheel ongenietbaar.

Gelukkigerwijze brengen de meeste soorten van bacteriën, welke in de room gewoonlijk voorkomen slechts eene gunstige verandering teweeg, of ten minste geene schadelijke; daarvandaan dat de mislukking van het rijpingsproces niet zoo veelvuldig voorkomt, en hetzelfde meestal het gewenschte verloop neemt, wanneer slechts de noodige zindelijkheid heerscht in stallen en melkkamers en alle werktuigen zooals karnen, emmers, bekkens enz. zoo schoon mogelijk gehouden worden. Alleen op gezette tijden wanneer in de voedingswijze van het vee verandering gebracht wordt b. v. bij den overgang van stalvoeding tot groen voeder dus tegen den zomer, of omgekeerd tegen den winter verloopt het proces in het begin abnormaal. De room schijnt dan vele soorten van organismen te bevatten, welke

ongewenschte processen te weeg brengen, er is dan weinig tegen te doen.

Zoo lang de boter op elke boerderij uit de daar verkregen melk werd gemaakt, was de mislukking van het product nu en dan voorkomend eene zaak van niet zoo heel groot gewicht, omdat er bij de bereiding eens of twee malen per week, slechts enkele ponden mede gemoeid waren. Maar sedert allerwege de roomboterfabrieken verrezen, 't zij al of niet op coöperatieven grondslag, waar dagelijks duizenden liters melk op boter verwerkt worden, is de al of niet mislukking van het product eene zaak van het hoogste gewicht geworden waarvan de bloei of ondergang der onderneming geheel afhangt en waarbij reeds eenige stuivers verschil op den prijs, dien de fabrikant bedingen kan, eene groote rol spelen. Duurt dit mislukken eenige weken lang, zooals het kan voorkomen, dan wordt de onderneming geheel geruïneerd. Geen wonder dus dat er aldoor naar middelen wordt omgezien om het verloop van het rijpingsproces in de hand te houden, intusschen tot nu toe met een betrekkelijk gering succes. Aan deze fabrieken is men gebonden aan de melk welke door de verschillende boeren geleverd wordt ; zij wordt eenvoudig bij elkander gegoten en door middel van roomafscheiders machinaal ontroomd. Bevinden zich nu onder de verschillende monsters een of meer afkomstig van eenen leverancier welke minder zindelijk of slordiger is met zijne melk dan de

overigen, dan loopt het geheel groot gevaar, door deze minderwaardige producten bedorven te worden en daar tegenover staat de fabrikant machteloos. Daarom wordt er steeds zoo aangedrongen, om tot een rationeel bedrijf te komen, dat de boeren in alles de meest mogelijke zindelijkheid in acht nemen. Dat zij hun vee, hunne stallen, hun vaatwerk zoo rein mogelijk houden, dat zij het voeder voor het vee steeds onder opzicht hebben, de melk zoodra zij gemolken is zoo spoedig mogelijk aan de fabriek afleveren, waar zij uit den aard der zaak, beter behandeld kan worden dan op de boerderij. Hoe meer dus al de opgesomde voorzorgen genomen worden, des te beter zal het verkregen product zijn, en zal eene mislukking tot de groote zeldzaamheden gaan behooren.

Zooals we hierboven reeds vermeldde, wordt er nog steeds getracht in het boterbedrijf, het rijpingsproces geheel in de hand te hebben, ten einde steeds eene boter te verkrijgen van onberispelijke kwaliteit en zodoende tegen groote geldelijke verliezen gevrijwaard te blijven. Nadat eens voor altijd uitgemaakt was dat de bacteriën hierbij de hoofdrol spelen lag het voor de hand in de eerste plaats die soorten van organismen te bepalen welke het gewenschte gunstige effect te weeg brengen en daarna te trachten deze soorten zuiver te kweken om met hulp dezer rein-culturen het rijpingsproces tot stand te brengen; dus op dezelfde wijze als bij de eigenlijke gis-

tingsindustrie geschiedt. Wat het eerste punt betreft is de bacteriologie in staat gebleken eene voldoende opheldering te geven, de practische toepassing echter laat nog veel te wenschen over. Immers, zooals wij bij de bespreking der melk zagen, komen daarin groote hoeveelheden bacteriën voor, hoe zorgvuldig zij ook behandeld wordt. Voegt men nu aan deze melk zoo als zij is eene flinke dosis der reinculturen toe, dan blijven de oorspronkelijk aanwezige soorten toch de overhand behouden en zullen dat ook blijven doen bij den groei; de room wordt dan niet rijp alleen onder den invloed der zuivere cultures, doch ook de andere werken daartoe mede, de uitslag blijft vrij twijfelachtig.

Men ziet dus dat de toevoeging der cultures, zooals zij in den handel verkrijgbaar zijn van de bacteriologische laboratoria, en gewoonlijk uit een mengsel van meerdere soorten bestaande, niet voldoende is, wanneer de in de melk aanwezige organismen niet eerst verwijderd worden. Men heeft toen getracht de melk door verwarming op circa 70° C. grootendeels kiemvrij te maken, uitgaande van de wetenschap, dat de meeste bacteriën door verhitting op die temperatuur gedood worden, en daarna de reinculturen toe te voegen. Deze methode, hoewel ook haar nog vele nadeelen aankleven, is gebleken nog de beste resultaten op te leveren; zij werd dan ook reeds in verscheidene fabrieken ingevoerd. Eene schaduwzijde is dat zij nog al kost-

baar en omslachtig is, omdat zij vrij wat aan brandstof vereischt om zulke groote hoeveelheden vloeistof als in de boterfabrieken verwerkt worden tot op de gewenschte temperatuur te verwarmen. Tevens worden door dit proces de oplosbare eiwitstoffen, welke de melk buiten de caseïne bevat, tot stolling gebracht en laat zich de room moeielijk karnen. Men is daarom weder teruggekeerd tot een procédé, reeds door Pasteur bij zijne eerste proeven over de gistingsverschijnselen toegepast, n.l. om eene zóó groote hoeveelheid der gunstig werkende soorten in de room te brengen, dat zij het aantal organismen, daarin oorspronkelijk aanwezig, verre overtreft. In den strijd om het bestaan zullen zij dan, omdat zij in even gunstige conditie verkeeren als de anderen, deze overwoekeren en ten slotte hen geheel verdringen. Daartoe maakt men gebruik van ten naastebij zuivere culturen, welke verkregen worden door eene portie room, afkomstig uit eene melk welke bij ervaring de fijnste boter oplevert, te laten verzuren.

Die room, welke op dat oogenblik enorme hoeveelheden der goede bacteriën bevat, wordt dan aan de te verwerken room toegevoegd, en meestal het gewenschte resultaat verkregen. Het zal echter wel duidelijk zijn, dat deze methode, wat de zekerheid van een goed product betreft, nog verre achterstaat bij de vorige, waarbij de melk eerst gepasteuriseerd wordt door verwarming. In de praktijk is echter gebleken dat zij

voldoende resultaten oplevert en men het voordeel heeft de geheele omslachtige bewerking der vorige bereidingswijze te kunnen ontgaan.

De invoering der bacteriologie in de boterbe-reiding is feitelijk nog van te jongen datum om een oordeel over hare praktische waarde te kunnen uitspreken, en valt het moeielijk te zeggen wat de toekomst in dit opzicht zal opleveren. Zoodra evenwel de bezwaren welke thans nog bij de toepassing ondervonden worden, opgeheven zijn, is het meer dan waarschijnlijk dat ook door de boterfabrikanten algemeen gebruik zal worden gemaakt van zuivere uitgangscultures door bacteriologen gekweekt, evenals thans reeds het geval is in brouwerijen en spiritusbranderijen, zoodat zij daardoor een middel hebben het geheele rijpingsproces der room in de hand te houden en zich op die wijze te verzekeren van het verkrijgen eener boter welke aan de hoogste eischen aan geur en smaak voldoet.

BACTERIËN IN DE KAASMAKERIJ.

Nog meer dan de boterfabrikage afhankelijk is van de hulp der bacteriën, is het de kaas-makerij, omdat de fabrikant hierover bijna in 't geheel geene contrôle kan uitoefenen. Bij het maken der kaas wordt de kaasstof of caseïne der melk meestal door middel van leb, een ferment verkregen uit de lebmaag van jonge kal-

veren, gestremd, daarna van de wei, waarin de melksuiker en de anorganische bestanddeelen opgelost blijven, afgescheiden en verder door persing van het grootste gedeelte aanhangend vocht bevrijd, en in den gewenschen vorm gebracht. Deze versche kaas, welke een allesbehalve aangename smaak heeft, wordt dan voor eenige weken of zelfs maanden ter zijde gezet om een rijpingsproces te ondergaan, waardoor dan die bijzondere smaak en reuk worden ontwikkeld, welke karakteristiek zijn voor het volkomen rijpe product en een groot verschil opleveren met die van het versche product.

Voor den kaasmaker ligt nu juist in dit rijpingsproces de grootste moeielijkheid der kaasbereiding, omdat hij er bijna geene contrôle over uitoefenen kan. Zelfs wanneer aan alle voorwaarden voldaan is en de grootste zorg en moeite er aan besteed zijn, gebeurt het nog zeer vaak dat de rijping geheel abnormaal verloopt en het product waardeloos wordt. Tegenover deze onregelmatigheid staat de kaasmaker geheel machteloos, omdat hij niet weet waar de oorzaak te zoeken en dus ook geene maatregelen kan nemen om het effect op te heffen.

Die abnormale rijping kan zich op verschillende wijzen voordoen; nu eens wordt de kaas uiterst poreus, zij vertoont van binnen groote gaten, welke haar doen opzwellen en het volume zeer doen toenemen; dan weder vertoont zij blauwe of zwarte vlekken, of wel zij verkrijgt

een zeer onaangename smaak en reuk. Dergelijke ziekten kunnen zich soms gedurende langen tijd blijven handhaven en den fabrikant groote schade berokkenen. Dat hij dus voortdurend naar middelen omziet zulke onaangename gebeurtenissen te voorkomen ligt voor de hand en reeds vele proefnemingen zijn dan ook gedaan om hem in staat te stellen het rijpingsproces te kunnen contrôleren.

De bacteriologen der landbouw-proefstations hebben heel wat studie gemaakt van het verloop der rijping; dat het een proces is, geheel door den invloed van bacteriëngroei tot stand komend, wordt door allen toegestemd. Het berust feitelijk alleen op scheikundige omzetting van de eiwitachtige lichamen, waarbij de temperatuur eene groote rol speelt, want zooals wij vroeger zagen hebben de organismen eene zekere hoeveelheid warmte noodig om te kunnen groeien. Verder vertoonen de ontstaande smaak en reuk eene nauwe verwantschap met die van stofwisselings- en ontledingsproducten van bacteriën. Wij willen hier slechts aan de bekende Limburger kaas herinneren. Bij een nauwgezette studie van het geheele proces zien wij dat de rijping afhangt van verschillende factoren, zooals de wijze van bereiding, het watergehalte dat in de kan aanwezig is, den warmtegraad enz., maar vooral van het aantal en het karakter der aanwezige bacteriën. Zoo gebeurt het dat kaas, langs verschillende wegen bereid, op verschillende manier rijp wordt maar men vindt ook vaak dat twee kazen,

op dezelfde wijze bereid, toch nog aan het einde van het rijpingsproces een hemelsbreed verschil in smaak en reuk vertoonen. Zoo is het aan iedereen bekend, welk een groot verschil er tusschen de onderscheiden kaassoorten bestaat en dat niet alleen het gevolg kan zijn van de wijze van bewerking der grondstof.

De groote overeenkomst die er echter in het geheele proces bij de verschillende soorten bestaat, n.l. dat het een gistingsproces is onder den invloed van bacteriën, leidt er ons van zelf toe de opgemerkte verschillen toe te schrijven aan den groei en de daardoor plaatsgrijpende verandering van verschillende soorten mikroörganismen.

Het bewijs voor deze stelling is ook gemakkelijk te leveren, door namelijk kaas te maken uit melk, welke te voren door sterilisatie of pasteurisatie kiemvrij gemaakt is. Wanneer deze kaas, behandeld op de gewone wijze, wordt weggezet wordt zij eenvoudig niet rijp maar behoudt den reuk en den smaak dien zij van den aanvang af had. Of wel, men kan het eene of andere desinfectiemiddel toevoegen, dat elken bacteriëngroei tegenhoudt, ook dan wordt de kaas niet rijp.

Verder vindt men bij mikroskopisch onderzoek van kaas, gedurende de rijpingsperiode, steeds bacteriën in vollen groei, hoe langzaam die ook plaats hebbe; want uit het vroeger aangevoerde omtrent de gunstige voorwaarden voor het leven der organismen, blijkt dat de condities in de kaas niet zoo bijzonder gunstig zijn voor eene

snelle ontwikkeling. Wel is er overvloed van voedsel in de eiwitstoffen, maar door het geringe watergehalte, een gevolg der sterke uitpersing, en vooral het gebrek aan zuurstof, missen de bacteriën twee hoofdfactoren, vochtigheid en lucht, onmisbaar voor hunne goede ontwikkeling. Daarvandaan dan ook het groote verschil in groei-vermogen in kaas en room, in de laatste zijn alle voorwaarden voor een snelleren groei vereenigd; en daaraan is het dan ook toe te schrijven dat het rijpingsproces der kaas zoo veel tijd vordert eer het geheel beëindigd is, terwijl het in de room in een paar dagen afloopt.

Toen men er nu toe overging, het aandeel dat elk der bacteriënsoorten, aan het proces heeft, nader te bestudeeren, stuitte men op groote moeielijkheden. Dat de verschillende smaak aan verschillende soorten moest toegeschreven worden was bekend, als men in aanmerking neemt dat verschillende organismen ook verschillende ontledingsproducten opleveren; ook het isoleeren der aanwezige species in rijpende kaas scheen niet zoo heel moeielijk, om aldus te komen tot het kweken van die soorten welke een gunstigen invloed uitoefenen. Intusschen de praktijk leerde spoedig wat anders. Eene menigte soorten werden van de verschillende kaassoorten verkregen, één bacterioloog vond alleen wel tachtig species en anderen misschien nog meer. Daarna zijn met de meeste entingsproeven genomen om uit te maken, welke van hen eene gunstige wer-

king op het rijpingsproces uitoefenen. Men maakte voor dat doel kaas van melk, welke op eene of andere manier van hare bacteriën ontdaan was en vermengde de kaas met eene ruime hoeveelheid der te onderzoeken organismen. Tot nu toe is het succes dezer experimenten slechts gering geweest; in sommige gevallen scheen de kaas in 't geheel niet rijp te worden, in andere was dat wel het geval, maar had de verkregen kaas een bizonderen smaak in niets gelijkende op dien welke men verkrijgen wilde. In den laatsten tijd zijn echter proefnemingen gedaan, welke op meer succes kunnen bogen; er werden daarbij eenige soorten bacteriën gebruikt, welke na aan de gesteriliseerde melk te zijn toegevoegd, de verkregen kaas op eene wijze deden rijp worden, welke aan het origineel vrij nabij kwam.

Al werd nu ook bij deze proeven nog niet ten volle het gewenschte doel bereikt, toch hebben zij dit nut gehad, dat er voldingend bewezen is geworden, dat de abnormale verschijnselen nu en dan in de kaas opgemerkt, geheel op rekening van den groei van ongewenschte bacteriën soorten gesteld moeten worden. Immers vaak is het voorgekomen dat kaas bij de kunstmatige infectie, rijp werd op eene wijze geheel overeen komende met die welke soms gezien wordt in de kaasmakerij. Zoo vond men sommige soorten welke de kaas deden rijzen en haar een sponsachtig voorkomen geven — andere deelden er een onaangename reuk of smaak aan mede of ver-

oorzaakten er gekleurde vlekken in, kortom het staat thans vast dat de oorzaak van al die ziekteverschijnselen alleen te zoeken is in den groei van bacteriën, en van deze is eene lange lijst onderzocht en beschreven geworden. Ofschoon de bacteriologie den kaasmaker nog niet geheel in staat gesteld heeft deze ziekten tegen te gaan, toch heeft zij wel iets aan de hand gedaan om eenigszins contrôle te kunnen uitoefenen, n.l. door met de melk eene kleine voorproef te nemen, en daaruit af te leiden of zij al of niet geschikt is voor de kaasbereiding. Men neemt daartoe eene kleine hoeveelheid melk en laat deze op de gewone wijze verzuren; heeft dit plaats op normale wijze dan wordt zij als geschikt voor de bereiding aangezien. Wanneer zij echter een groot aantal gasbellen vertoont, of wel een onaangename reuk of smaak optreedt dan heeft de ervaring geleerd dat zij organismen bevat welke ook de kaas in bederf zouden doen overgaan; die melk wordt dus uitgesloten. Hoe gebrekkig zij ook moge zijn, toch blijkt zij op dit oogenblik nog de eenige praktische methode te wezen welke den kaasmaker in staat stelt zich tegen ernstige geldelijke verliezen te vrijwaren.

Wij hebben dus gezien dat ook in dit product der zuivelbereiding de bacteriën eene groote rol spelen, misschien nog meer dan in melk en boter. De voedingswaarde der kaas is alleen afhankelijk van het eiwitgehalte en het vet. Evenwel wordt de verkoopswaarde geheel door den

smaak bepaald en deze wordt enkel door bacteriëngroei ontwikkeld; de kaasmaker hangt dus geheel van hen af. Wanneer dus in de toekomst de bacteriologie het nog eens zoo ver brengt, dat zij ons in staat stelt vooruit te kunnen zeggen, welk product verkregen wordt bij het gebruik van de eene of andere soort organismen dan zal de kaasmaker het geheel in zijne macht hebben, naar verkiezing de eene of andere kaas-soort te bereiden met behulp eener zuivere cultuur van eene of meer soorten, van welke gebleken is dat zij den gewenschten smaak doen ontstaan.

OMZETTINGEN DOOR SCHIMMELS.

Al ligt het ook eenigszins buiten het bestek dezer schets, in welke we ons hoofdzakelijk wilden bezig houden met de eigenschappen der bacteriën, toch kunnen we de zeer interessante omzettingen door de echte schimmels veroorzaakt, niet geheel met stilzwijgen voorbij gaan, daar zij in vele opzichten eene nauwe verwantschap vertoonen met die der bacteriën, en vooral in tropische gewesten eene groote toepassing er van gemaakt wordt in de praktijk. Vooraf willen we hier er even de aandacht op vestigen dat we het woord schimmels niet in de beteekenis welke het bij de plantkundigen heeft, opvatten, doch meer bepaald in die welke het leekenpubliek er aan hecht, n.l. die van draadzwammen, zooals zij overal op aarde aangetrof-

fen worden, vooral op stoffen rijk aan koolhydraten.

Hoe betrekkelijk eenvoudig ook de eischen zijn welke de bacteriën stellen aan hun levensonderhoud, zij worden in dat opzicht nog verre overtroffen door de schimmels; deze vegeteeren nog in oplossingen van minerale stoffen, welke geen spoor van koolstofhoudend materiaal bevatten, al moet men ook toegeven dat hun bestaan daar verre van schitterend is. Beter komen zij voort in suikerhoudende vloeistoffen, op vruchten, brood enz.; voor zoover deze stoffen niet oplosbaar of ongeschikt voor de directe opneming zijn, brengen zij hen door afgescheiden fermenten in een toestand waarin zij voor assimilatie geschikt zijn, en vormen dan daaruit hoofdzakelijk organische zuren, waaronder het zuringzuur eene voorname plaats bekleedt. Zorgt men er voor dat zich in het voedingssubstraat eene stof bevindt welke het geproduceerde zuringzuur terstond kan binden, b.v. krijt, dan krijgt men ten slotte eene aanzienlijke hoeveelheid van zuringzure kalk; wordt het zuur echter niet gebonden, dan ziet men na verloop van eenigen tijd, als het tot een zeker percentage gestegen is, het weder verdwijnen, de schimmel verwerkt het verder tot koolzuur en water, het dient dus feitelijk als ademhalings materiaal. Nadat dit feit eens bekend was, werd door een toeval eene schimmelsoort ontdekt, welke ook een groot zuurvormend vermogen bezit, doch bij nader onderzoek bleek het zuur geen zuringzuur doch

citroenzuur te zijn. Deze schimmel *Citromyces* genaamd, en na verwant aan den alom bekenden gewonen schimmel, *Penicillium*, is zelfs in staat in druivensuiker oplossing eene hoeveelheid van 4 % citroenzuur te vormen, terwijl de zuringzuur vormende reeds bij de aanwezigheid van $\frac{1}{2}$ % zuur te gronde gaan. Wanneer men ook hier zorgt het gevormde citroenzuur door krijgt weg te nemen is men in staat ruim de helft der verbruikte glucose als zuur terug te winnen, wat met het oog op de prijzen der gebruikte ruwe druivensuiker uit aardappelenstroop en het verkregen citroenzuur een aanzienlijk geldelijk voordeel oplevert, en is dit procédé dan ook reeds aan eene fabriek gepatenteerd. ¹⁾

Behalve de bovengenoemde omzetting van koolhydraten in oxaalzuur, veroorzaakt de bekende schimmel, door de botanici *Aspergillus niger* genoemd, de splitsing van het in galnoten voorkomende Looizuur in Galluszuur, van welke eigenschap gebruik wordt gemaakt bij de bereiding van „Tjandoe” d. i. opium, geschikt om gerookt te worden. Het heulsap in den origineelen toestand is daartoe ongeschikt, en moet vooraf eene zeer langdurige gisting ondergaan, waarbij de aanwezige eiwitachtige stoffen door bacteriën ontleed worden;

¹⁾ In den jongsten tijd zijn behalve deze schimmelsoort nog twee andere gevonden, welke eveneens citroenzuur vormen, en wel *Penicillium luteum* en *Mucor piriformis*. Beide soorten staan echter in dit vermogen verre achter bij *Citromyces*.

de hoofdrol speelt echter de schimmel. Zij zet n.l. het aanwezige looizuur om in galluszuur en de koolhydraten in oxaalzuur. Nadat dit proces is afgelopen wordt uit het opium een dik extract bereid door uitkoking met water, dat onder den naam Tjandoe verkocht wordt. Door opzettelijke enting van het opium met de schimmel, welke gewoonlijk toevallig er op komt, kan met het proces zeer bekorten.

Een veel belangrijker gebruik wordt evenwel gemaakt van het vermogen der schimmels onoplosbare koolhydraten in oplosbare om te zetten of wel meer gecompliceerde stoffen in zulke van eenvoudiger structuur te veranderen, eene splitsing, bij de scheikundigen bekend onder den naam hydrolytische splitsing daar zij plaats vindt onder opname van een of meer moleculen water. Zoo wordt b.v. Rietsuiker omgezet in druiven- en vruchtensuiker; Inuline, eene stof voorkomende in vele geslachten der samengesteldbloemige planten, wordt in eene suikersoort omgezet welke door gist in alcoholische gisting kan gebracht worden enz. Het zijn juist deze hydrolytische splitsingen welke eene zoo ruime toepassing vinden bij de Aziaten voor de bereiding van allerlei spijzen en dranken, waarvoor we eenige voorbeelden zullen aanhalen, welke tevens weder een bewijs leveren van de groote opmerkingsgave der natuurvölkeren, waardoor zij zich organismen weten dienstbaar te maken, wier bestaan zij niet eens vermoeden.

Zij, die korteren of langeren tijd in Insulinde vertoefden zullen waarschijnlijk wel eens kennis gemaakt hebben met een produkt bestaande uit platte balletjes van een gedroogde meelbrij, dat den naam „Raggi” draagt. Deze raggi, hoofdzakelijk uit rijstmeel bereid dat met eenige specerijen gemengd en met lemmetjessap (eene vrucht na verwant aan de citroen) tot een deeg gekneet is, waaruit de balletjes gevormd worden, welke na dekking met rijststroo in de zon gedroogd worden, is het uitgangsmateriaal voor verschillende praeparaten. Zoo wordt gekookte rijst met raggi poeder bestrooid, reeds na een dag geheel week, smaakt rinsig zoet, en is na een paar dagen in een dunne brij veranderd, die gegeten wordt, en den naam „Tapej” draagt. Het sap, dat uit deze tapej kan geperst worden, bestaat hoofdzakelijk uit eene oplossing van druivensuiker die, na indamping tot een dikke stroop, in peperhuisjes gegoten wordt en daarin kristalliseert. Die peperhuisjes worden als snoepgoed verkocht onder den naam „Brēm.” Verder dient de Tapej voor de bereiding van Rijstwijn, Arak, en de Indigo ververij op chineesche wijze.

De geheele bereiding van dit product komt slechts neer op het blootstellen van het zetmeel der rijst aan de inwerking der schimmels, welke eene stof afscheiden, die het zetmeel in druivensuiker omzet. Om nu deze schimmels er in te brengen wordt het rijstmeel met rijststroo gedekt, of wel stukjes er van in de balletjes gestoken, want het

onderzoek heeft geleerd dat hierop eene massa sporen der schimmel voorkomen. Tevens wordt nu het gebruik van lemmetjessap bij het maken van het deeg duidelijk, het heeft geen ander doel dan de bacteriën, welke zooals wij vroeger zagen voor hun groei een neutraal of alkalisch reageerend substraat eischen, in hunne ontwikkeling tegen te gaan, daar de schimmels van het aanwezig zuur geen hinder hebben.

Behalve in Indië is het praeparaat Raggi ook bekend bij de Chineezzen onder den naam Peh-Khak d. i. Witte Khak (in tegenstelling met een ander praeparaat dat wij straks zullen leeren kennen en Ang-Khak of roode Khak genoemd wordt) en bij de Japaneezen als „Kôji” zij het dan ook met zeer kleine verschillen in de bereidingswijze, en de daarbij gebruikte schimmelsoort.

De Kôji wordt in Japan eveneens gebruikt voor het vervaardigen van eene soort Rijstwijn, welke den naam „Saké” draagt, en voor verschillende Soya-paeparaten. Men laat daartoe gekookte rijst met Kôji versuikeren onder voortdurend omroeren; hierbij worden tevens vele gistcellen welke uit de omgeving er in vallen in de vloeistof verdeeld en beginnen de gevormde suiker in alcohol om te zetten, waarbij na verloop van eenige dagen eene vloeistof verkregen wordt, die $\pm 12\%$ alcohol bevat en de Saké vormt, den meest populairen drank in Japan. Deze wijze om zetmeel bevattende materialen in al-

koholische gisting te brengen, wordt thans reeds in Amerika in 't groot toegepast.

Behalve de omzetting van zetmeel en suiker, kan de schimmelsoort bij de Kôjibereiding gebruikt, ook de stof waaruit de celwanden van vele planten bestaat, de cellulose, welke bijna onverteerbaar is, in eene modificatie omzetten, die geheel in het darmkanaal kan opgenomen worden. Zoo worden de zaden van de plant *Soja hispida*, welke gewoonlijk waardeloos zijn als voedsel, omdat de dikke celwanden de opname van den eiwitrijken inhoud beletten, in eene voedingsstof van groote waarde omgezet, door de gekookte Sojaboontjes met Kôjipoeder te bestrooien en langeren of korteren tijd er mede in aanraking te laten; zij vormen dan een voedsel onder den naam „Miso” bekend. Laat men de Sojaboonen half gaar gestoomd met tarwe en keukenzout langen tijd vergisten door Kôji, een proces dat van een tot vijf jaren duren kan, dan krijgt men ten slotte na uitpersing en filtratie eene vloeistof, in Japan als „Shoyu” en ten onzent als Soja bekend en als toevoegsel bij verschillende gerechten in gebruik.

Ten slotte willen we nog even de werking der schimmel *Monascus purpureus* releveeren, welke voor de bereiding der Ang-Khak, d. w. z. roode Khak gebruikt wordt, en bestaat uit rijstkorrels van donker roodbruine kleur, welke geheel doorgroeid zijn met de draden der schimmel, die in 't begin wit zijn, doch later eene roode

kleurstof afscheiden, en waaraan zij haar gebruik te danken heeft. Zoo dient zij voor het kleuren van rijstwijn, koekjes, gebak en van de saus der in Indië zoo bekende „roode Vischjes.”

BACTERIËN BIJ PROCESSEN IN DE NATUUR.
LANDBOUW.

Tot dusver hebben wij bij de beschouwing der betrekking die bestaat tusschen het menschdom en de bacteriën, alleen het oog gehad op de takken van bedrijf, waarin zij eene zoo hoogst belangrijke rol spelen zoodat we kunnen zeggen dat er nauwelijks een oogenblik in ons leven is, waarop wij niet een of ander product gebruiken, waarbij de mikroörganismen niet direct of indirect betrokken zijn.

Thans willen wij echter een blik slaan op eene zaak van nog meer belang, namelijk op de rol welke zij in de natuur vervullen; want wanneer wij zekere processen, welke ten nauwste samenhangen met het leven van dieren en planten, nauwkeurig bestudeeren, vinden wij, dat zij geheel gebaseerd zijn op de macht der bacteriën. In de levende natuur is geen begin en geen einde; de levensprocessen kennen geene grenzen, zij hebben plaats gegrepen sedert duizenden jaren met eene kracht zonder wedergade, en zulks alleen ten gevolge van zekere werkingen van de kleinste der levende wezens. Want na eenig

overleg zal het ons terstond duidelijk worden, dat het voortduren van het leven op aarde eenvoudig onmogelijk zoude worden wanneer hunne werking voor een tijdlang opgeheven werd; het is er ten eenenmale geheel van afhankelijk.

DE ZUIVERING DER AARDE DOOR DE BACTERIËN.

In de eerste plaats willen we dan aanstippen de groote waarde, welke zij hebben als reinigers der aarde, waardoor zij deze steeds in een toestand houden, welke geschikt is voor den groei van dier en plant. Een groote boom b. v. sterft af in het bosch en valt op den grond; gedurende korteren of langeren tijd blijft hij liggen, totdat eindelijk langzaam eene verandering in hem plaats grijpt. Zijne schors raakt los van het hout en dit zelf verliest meer en meer van zijne hardheid; het wordt door insecten aangetast, vermolmt langzamerhand, totdat het ten slotte in een bruin poeder uit elkaar valt en geheel met den grond gelijk wordt; Mossen en andere planten groeien er overheen, kortom de geheele boomstam is van den aardbodem verdwenen. Op analoge wijze wordt het cadaver van gestorven dieren langzamerhand gesloopt. De weekere weefsels verdwijnen reeds zeer spoedig, de beenderen worden met aarde overdekt en na verloop van tijd verdwijnen ook zij geheel en al. Het geheele proces is dus eene ontbinding, waarbij de vaste

bestanddeelen van de plant of het dier geheel ontleed worden. En zal men vragen waarin zijn zij ontleed? In het antwoord op deze vraag ligt juist het geheim der eeuwigdurende frischheid der natuur. Een gedeelte namelijk ontwijkt in den vorm van gassen en waterdamp, een ander deel verandert van samenstelling en wordt in den grond opgenomen. Wij zien dus dat in het ontledingsproces van alle organische stoffen bacteriën de hoofdrol vervullen; wel is waar wordt bij het sloopen van den boomstam, het hout het eerst door schimmels aangetast, omdat deze groep van planten alleen in staat schijnt, eene zoo harde massa met goed gevolg te kunnen aangrijpen, maar daarna treden de bacteriën in hunne plaats; aan de ontleding van het dierlijke lichaam nemen zij echter geheel alleen deel. Wanneer we de geheele zaak slechts uit een zuiver mechanisch oogpunt beschouwen, dan kan de reinigingsdienst welke zij hier op aarde verrichten moeielijk overschat worden. Denken we ons slechts eens voor een oogenblik in welken toestand de oppervlakte der aarde zoude verkeerden, wanneer dergelijke factoren niet aanwezig waren welke haar voortdurend zuiverden van de afgestorven resten van planten en dieren, zij zoude in één woord reeds sedert lang onbewoonbaar zijn. Indien de lichamen van dieren en planten uit lang vervlogen tijdperken zich voortdurend opgehoopt hadden, tot op den huidigen dag, zouden zij door hunne massa het geheele aardoppervlak

bedekken, zoodat er geen plaats meer overbleef voor verdere levende wezens. Wij kunnen dus zeggen dat bacteriën onmisbaar zijn om de oppervlakte der aarde voortdurend in goeden staat te houden, zoodat het leven er ongestoord op voortgaat.

DE INVLOED DER BACTERIËN OP DEN KRINGLOOP DER VOEDINGSSTOFFEN.

Er is echter behalve het boven aangehaalde, nog veel meer waarbij de bacteriën onschatbare diensten aan het menschdom bewijzen. Wanneer wij eens een oogenblik er over nadenken, dan moeten wij ons in de hoogste mate verbazen, hoe de aarde gedurende de millioenen jaren van haar bestaan in staat is geweest voortdurend nieuwe planten en dieren te kunnen voortbrengen. Immers zoowel dier als plant heeft voedsel noodig, waarbij het eerste geheel afhangt van de laatste; hoewel nu de planten een groot deel hunner voeding uit de lucht opnemen, eene nog grotere hoeveelheid wordt echter uit den bodem opgenomen, en zoo dringt zich van zelf de vraag op, hoe het dan mogelijk is dat die bodem niet reeds lang uitgeput is. Hoe kan die bodem jaar in jaar uit maar steeds voortgaan met het voortbrengen van nieuwe planten en dat reeds sedert duizenden jaren, en toch even vruchtbaar blijven als altijd? Het antwoord op deze vraag ligt

in het feit dat hetzelfde voedsel een kringloop maakt, dus voortdurend weder gebruikt wordt ; eerst door de plant, dan door het dier en daarop wederom door de plant, en dit proces zal steeds door blijven gaan zoolang de zon onze aarde met hare stralen koestert en daardoor het noodige arbeidsvermogen levert om den kringloop in gang te houden. Een klein onderdeel van dezen cirkelgang kan wel als aan iedereen bekend verondersteld worden, n.l. het feit dat het dierlijk organisme bij zijne ademhaling zuurstof opneemt, en deze met koolstof verbonden als koolzuur weder afgeeft. Door de plant wordt het koolzuur opgenomen en in zijne componenten ontleed, waarbij de zuurstof weder gasvormig ontwijkt en de koolstof in min of meer samengestelde verbindingen wordt vastgelegd. Wij zien dus dat elk der twee afdeelingen der levende natuur gebruik maakt van de afgescheiden producten der andere, een proces dat tot in het oneindige kan doorgaan zoolang er tusschen beide afdeelingen eene zekere verhouding aanwezig is, de zuurstof doorloopt dus voortdurend een kring van de plant naar het dier en omgekeerd. Maar wat voor de zuurstof geldt is eveneens waar voor alle overige voedingsmiddelen, al is het proces daar ook van minder eenvoudigen aard en zijn er meer schakels noodig om de keten te sluiten. Het is een der meest belangrijke ontdekkingen der moderne wetenschap welke ons een inzicht heeft gegeven in dezen kringloop

der voedingsmiddelen, hoe zij van den toestand waarin zij alleen geschikt zijn als plantaardig voedsel, overgebracht worden in een staat dat zij voor het dierlijk organisme geschikt zijn en weder terug tot den eersten toestand, en zooals wij zullen zien, zijn het de bacteriën welke bij dit proces de hoofdrol spelen. Ter illustreering van het bovenstaande diene het bijgevoegde diagram waarvan hieronder de toelichting volgt :

Onder aan den cirkel in fig. 13 bij A vinden

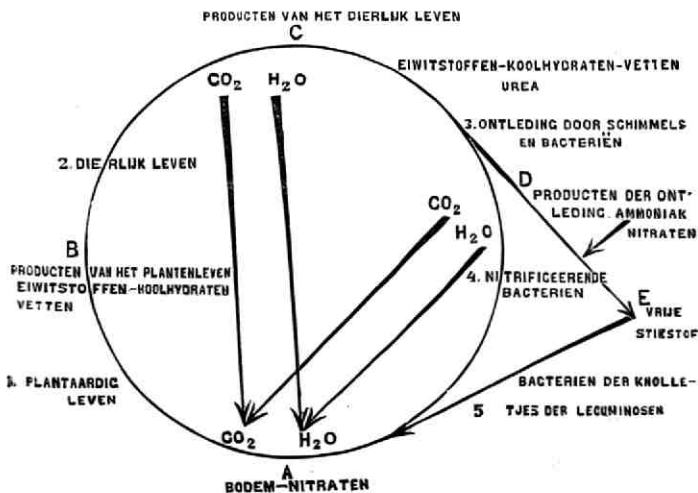


Fig. 13. Diagram aangevende den kringloop der voedingsstoffen in de natuur; verklaring in den tekst.

we aangegeven de verschillende stoffen welke in den bodem voorkomen en plantenvoedsel uitmaken; een gedeelte wordt bovendien nog uit de

lucht opgenomen n.l. koolzuur en water. Onder de eerste nemen de nitraten eene eerste plaats in, omdat zij de voornaamste stikstofbron voor de planten zijn, en van alle het gemakkelijkst opgenomen worden. Er zijn nog wel andere verbindingen in den bodem, welke voor de plant onmisbaar zijn, zooals die welke Kalium, IJzer, Phosphorus bevatten, doch ter wille der eenvoudigheid zullen we die buiten beschouwing laten. Wij zien dus in fig. 13 bij A de stoffen welke de plant uit de lucht en den bodem opneemt, en met behulp van het arbeidsvermogen door de zonnestralen geleverd, omzet in meer samengestelde verbindingen, zooals in B is voorgesteld. Die producten bestaan uit suikersoorten, zetmeel, cellulose etc., welke samen de groep der koolhydraten vormen, verder vetten en eiwitstoffen, welke dus alle uit de opgenomen eenvoudige verbindingen geconstrueerd worden. Deze stoffen nu vormen het voedsel voor het dierenrijk, en ook hiermede alleen kan het dierlijk lichaam in stand gehouden worden, omdat het door zijne hooge organisatie niet in staat is zijn voedsel uit bodem of lucht direct op te nemen.

Bij de opname in het dierlijk lichaam, vallen sommige bij de verbranding die er plaats heeft terstond uiteen in koolzuur en water, zooals de koolhydraten en vetten, en worden dus weder teruggebracht tot den toestand, waarin zij weder kunnen dienen als voedsel voor de plant. Zij

gaan dus weder terug naar den voet van den cirkel, zooals de pijltjes aanwijzen. Meer samengesteld is evenwel het verloop der ontleding der eiwitstoffen, zij worden niet meer afgescheiden in een toestand, waarin zij weder direct kunnen geassimileerd worden door de plant. Een gedeelte der stikstofhoudende stoffen wordt omgezet in nieuwe eiwitstoffen, een ander deel wordt in eene veel eenvoudiger verbinding afgescheiden, bekend onder den naam van Ureum, en waarin het grootste gedeelte der opgenomen stikstof door het dierlijk lichaam wordt afgescheiden. Maar deze stof is geheel ongeschikt als plantenvoedsel, omdat de meeste planten niet in staat zijn haar zonder meer op te nemen. Evenmin kunnen zij dat met de verbindingen, welke het dierlijke lichaam vormt uit de opgenomen stikstof en die bij den dood van het dier overblijven. Zij zijn niet in staat zich te voeden met spierweefsel, vetten, beenderen enz. die verbindingen zijn veel te samengesteld. Hier zijn wij dus op het punt gekomen, waar de enkelvoudige stoffen aan den voet van den cirkel voorkomende, gaandeweg in meer samengestelde zijn omgezet; wij hebben den top bereikt. Tot nu toe is er van al het opgenomene, behalve een gedeelte der koolstof en zuurstof, nog niets weder afgegeven in een toestand waarin het als voedsel voor de plant dienstig is; om hiertoe te kunnen geraken en zodoende den kringloop te sluiten, is het dus noodzakelijk dat deze zeer

samengestelde lichamen weder in meer eenvoudige gesplitst worden. En hiermede zijn wij op het punt aangekomen, waar die factoren eene rol beginnen te spelen, waarop wij in den aanvang van dit hoofdstuk een blik geslagen hebben, n.l. de ontleding door bacteriën. Zooals wij reeds vroeger zagen, zijn deze organismen overal te vinden in de lucht, in de aarde, in water en altijd op hun post om elke organische stof aan te tasten en als voedsel te gebruiken, om 't even of het spierweefsel, vetten of koolhydraten zijn of afscheidingsproducten uit het dierlijk organisme zooals Ureum, en daarin de vroeger reeds opgesomde scheikundige veranderingen te doen plaats hebben. Hierdoor worden de hoog gecompliceerde lichamen allengs tot meer eenvoudige terug gebracht en eindelijk zoo volkomen gesplitst dat zij weder als plantenvoedsel kunnen dienen. De mikroörganismen vormen dus een belangrijken schakel in de keten, om het dierlijke lichaam of zijne afscheidingsproducten weder met den grond in verbinding te brengen; dit geschiedt door het te ontleden in stoffen welke door de plant weder opgenomen kunnen worden. Maar de zooeven opgenoemde ontleding kan ook te ver gaan, zoodat sommige der splitsingsproducten te eenvoudig van samenstelling worden voor de plant om gebruikt te kunnen worden als voedsel. Zooals eene beschouwing van fig. 13 D ons leert wordt een gedeelte der stoffen, in het dierlijk orga-

nisme aanwezig, omgezet in koolzuurgas en water, en kunnen dus weder terstond opgenomen worden door de plant, met behulp der in alle groene deelen voorkomende kleurstof het Chlorophyll. Zodoende heeft dus de koolstof en zuurstof den geheelen kringloop volbracht, en zijn weder op hetzelfde punt van den cirkel aangekomen waarvan wij uitgingen. De stikstof bevattende stoffen worden echter gewoonlijk zoo ver ontleed dat zij ongeschikt zijn voor de directe opname, zoo wordt een groot gedeelte der stikstof als Ammoniak in vrijheid gezet of wel als Salpeterigzuur dat zich dan met metalen of met het Ammoniak verbindt tot zouten welke Nitrieten genoemd worden; alles verbindingen van te eenvoudigen bouw, dan dat de plant er van gebruik zoude kunnen maken om er hare behoefte uit te kunnen dekken, want zooals wij reeds zagen zijn het veel meer de Nitraten, welke haar de noodige stikstof leveren, zij bevatten tevens eene aanmerkelijke hoeveelheid zuurstof.

Het Ammoniak, een der rottingsproducten, is daarvan geheel vrij en het Salpeterigzuur bevat een derde minder zuurstof dan het Salpeterzuur, willen zij dus niet grootendeels verloren gaan als voedingsmateriaal, dan moeten zij geoxydeerd d. i. met zuurstof voorzien worden.

Om dit proces te doen plaats hebben, treedt eene nieuwe klasse van bacteriën op, wier werking ons eerst in de laatste jaren is duidelijk geworden, en den naam van Nitrificeerende bac-

teriën : d. i. Salpetervormende draagt. Men vindt hen in elken vruchtbaren grond, waar zij leven op de daarin voorkomende stoffen. Zij spelen ongeveer dezelfde rol ten opzichte der eenvoudige stikstofverbindingen, als de organismen welke uit den alkohol azijnzuur vormen, dus als overdragers der zuurstof.

Naar het schijnt bestaan er verschillende soorten van Nitrificeerende bacteriën met eene verschillende werking. Zoo kunnen sommige het Ammoniak direct met zuurstof vereenigen, zoodat er eene opvolgende reeks van producten ontstaat welke al meer en meer zuurstof bevatten, waarvan de hoogste term het Salpeterzuur en zijne zouten zijn. Andere kunnen alleen reeds geoxydeerde verbindingen zooals de Salpeterig-zure zouten hooger oxydeeren tot Salpeterzure. Deze klasse van organismen is dus de laatste schakel in de keten welke het planten- en dierenrijk verbindt. Want eerst nadat zij hunne werking hebben volbracht, is de stikstof weder in dien toestand gekomen waarin zij door de wortels der plant kan worden vastgelegd, om opnieuw haren kringloop te volbrengen. Wij zien dus aan de eene zijde de planten, met hun vermogen samengestelde lichamen op te kunnen bouwen, als middelaars tusschen den bodem en het dierenrijk optreden, en aan de andere zijde de bacteriën tusschen dierenrijk en den bodem, door hunne groote macht de samengestelde stoffen in meer eenvoudige te split-

sen. De kringloop zoude dus even onmogelijk zijn zonder de werking der groene plant, als zonder die der bacteriën.

En toch is met het vorenstaande nog niet alles opgehelderd en verklaard, want bij verscheidene rottingsprocessen wordt een gedeelte der stikstof geheel van verdere medewerking uitgesloten, zij verlaat den cirkelgang in fig. 13 voorgesteld door eene raaklijn naar E. Deze stikstof ontwijkt namelijk als zoodanig gasvormig in de lucht, en dit proces kan overal, waar stikstofhoudende organische stoffen een rottingsproces ondergaan, waargenomen worden. Dit gedeelte is nu geheel verloren gegaan als voedsel voor de groene plant, omdat zij niet in staat is vrije stikstof uit de lucht in die mate op te nemen als zij voor haren groei noodig heeft; de voorraad stikstofhoudende voedingsstoffen zoude dus voortdurend verminderen zoowel voor het planten- als dierenrijk en ten slotte geheel uitgeput worden. Maar behalve deze bron van stikstofverlies zijn er nog andere. In de eerste plaats het draineeren van den bodem als gevolg van elken plantengroei; hierdoor worden de stikstofverbindingen langzamerhand door het grondwater uitgewaschen en naar den oceaan afgevoerd. Verder de stikstof der overblijfselen van alle afgestorven dieren en planten welke in de rivieren terecht komen, en dus ook voor den bodem verloren is. Terwijl nu het verlies door bodemuitwassching betrekkelijk niet zoo groot is, enorm kan het daaren-

tegen genoemd worden, wat in onze hedendaagsche maatschappij geleden wordt, sedert alle stikstofverbindingen van den bodem naar de groote steden worden gebracht, in den vorm van landbouwproducten, en van daar uit eenvoudig afgevoerd worden in de rivieren, waaraan de meeste steden gelegen zijn, door het meer en meer overhand nemen van het systeem „tout à l'égoût.” De steden met hun doorspoelingssysteem voeren jaarlijks ongelooflijk groote hoeveelheden van stikstof uit den bodem naar den oceaan af. Verder is er nog een groote bron van verlies van samengestelde stikstofverbindingen voor de planten, n.l. die welke voor allerlei technische doeleinden gebruikt worden, voornamelijk als springmiddelen en in de chemische industrie. Buskruit, Nitroglycerinum, Dynamiet enz., bijna alle springstoffen over de geheele wereld voor allerlei doeleinden in gebruik, zijn derivaten van het Salpeterzuur. Wanneer zij ontploffen ontwijkt de stikstof gasvormig, 't zij als zoodanig of in verbinding met andere elementen. De grondvorm waarvan zij kunnen worden afgeleid, het Salpeterzuur is echter even veel waard als bemestingsmiddel als voor buskruit. De producten welke na de ontploffing overblijven zijn gassen welke voor de plant geene waarde hebben; derhalve is elke explosie eene verspilling van stikstofmateriaal welke aan den voorraad van plantenvoedsel ontnomen wordt.

Al de opgenoemde factoren werken samen om

het bedrag aan voedingsmateriaal, dat in den kringloop der natuur circuleert, voortdurend te verminderen, en aldus onvermijdelijk den ondergang van alle leven op aarde ten gevolge te hebben; want zoodra de bodem geheel aan stikstof bestanddeelen is uitgeput, houdt spoedig alle plantenvegetatie op, met het noodzakelijke gevolg dat ook alle dierenleven tot ondergang veroordeeld is. Daar vandaan de jacht welke de landbouwer op meststoffen maakt, om zooveel mogelijk het verlies door vorige oogsten geleden te herstellen.

In de laatste jaren is evenwel aangetoond geworden, dat ook hier weder de bacteriën als hulptroepen van den mensch optreden, om zooveel mogelijk het verlies bij al die processen geleden te herstellen, en voor zoover thans met zekerheid bekend is, ten minste op twee verschillende wijzen.

In de eerste plaats heeft men gevonden dat grond welke geheel vrij is van gewone groene planten, maar zekere soorten bacteriën bevat, in rijkdom aan stikstofverbindingen langzaam maar zeker toeneemt, mits hij slechts aan de lucht is blootgesteld. Deze stikstof wordt enkel vastgelegd door de bacteriën in den bodem aanwezig, want zonder bacteriën heeft het proces niet plaats, wel wanneer zij in voldoende hoeveelheid en de geschikte soorten aanwezig zijn. Naar het zich laat aanzien is eene enkele soort hiertoe niet voldoende, doch moeten minstens twee of drie samenwerken. Men heeft zekere

combinatie's gevonden, welke te zamen werkende de stikstof konden vastleggen, terwijl elk der soorten op zich zelf daartoe niet in staat was.

Aangezien dit feit nog niet zoo heel lang bekend is, zijn alle bijzonderheden nog verre van opgehelderd; wij weten dus ook niet in welke mate deze organismen in den bodem verspreid zijn, noch hoe groot het bedrag der stikstof is dat op deze wijze gewonnen wordt. Toch zijn wij reeds zooveel te weten gekomen dat het niet onbelangrijk zijn kan, en bepaald door de bacteriën in den bodem eene voorname rol gespeeld wordt bij het vastleggen der gasvormige stikstof in de atmosfeer aanwezig.

Bij de tweede wijze, waarop bacteriën de vrije stikstof kunnen binden heeft er eene samenwerking plaats tusschen zekere soorten van mikroörganismen en sommige der groene planten. Zooals reeds meermalen hierboven werd betoogd zijn de gewone planten niet in staat vrije stikstof in eenigszins belangrijke hoeveelheid te assimileeren. Niettegenstaande dat werd eenige jaren geleden het feit geconstateerd dat sommige planten, voornamelijk de groote familie der Vlinderbloemige gewassen, waartoe de erwt, boon, klaver, enz. behoort, in staat zijn, wanneer zij in een bodem groeien welke arm is aan stikstofverbindingen, toch stikstof op te nemen, welke dan uit eene andere bron afkomstig moet wezen. Wanneer eene erwt ontkiemt en zich verder ontwikkelt in eene grondsoort, geheel vrij van stikstofverbindingen, welke gedrenkt

wordt met stikstofvrij water, dan vindt men na verloop van zekeren tijd dat de plant een aanmerkelijk bedrag aan stikstof in hare weefsels heeft vastgelegd. De eenige plaats van herkomst

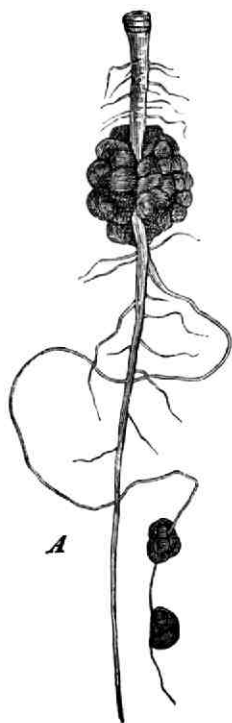


Fig. 14. Wortel der Lupine met wortelknolletjes.

kan dus niet anders dan de lucht wezen welke de bladen en de wortels in den grond omgeeft. Dit feit in den beginne tegengesproken, maar later als volkomen waar erkend, bleek bij nader onderzoek te berusten op eene samenwerking tusschen de plant en zekere soorten van bacteriën. Men vindt aan de wortels van deze planten kleine knobbeltjes, bekend onder den naam van wortelknolletjes of tuberkels; zij variëeren in grootte tusschen een speldekop en eene groote erwt of nog meer zie fig. 14. Wanneer men deze lichaampjes onderzoekt met het mikroskoop vindt men hen gevuld met geheele nesten van bacteriën fig. 15. Door

het indringen van deze vreemde lichamen wordt het celweefsel in de omgeving in hooge mate ge-

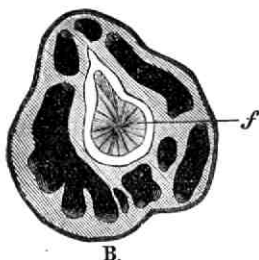


Fig. 15. Dwarsche doorsnede door een wortelknolletje, f is de vaatbundel. Daaromheen ziet men de met bacteriën gevulde ruimten.

prikkeld en heeft er op die plaatsen een levendige groei plaats, waar door de bovengenoemde knolvormige lichaampjes ontstaan. Maar tevens wordt het ingedrongen mikroorganisme tot vermeerderden groei aangezet, zoodat op die plaatsen een groote opeenhooping van eiwitstoffen

ontstaat, daar de bacteriën immers zooals we vroeger zagen, grootendeels uit protoplasma bestaan. In een latere periode gaan de bacteriën te gronde en wordt de van hen afkomstige eiwitachtige stof door de plant opgenomen; men vindt dan de ruimte waarin zij zich eerst ontwikkeld hebben geheel ledig fig. 16. Dat deze knolvormige gezwollen alleen hun ontstaan te danken hebben aan het indringen der bacterie wordt bewezen door het laten kiemen van zaden in gesteriliseerden grond, de wortels groeien dan normaal als van andere planten. Het inbrengen eener kleine hoeveelheid niet gesteriliseerden grond is echter somtijds reeds voldoende om die organen

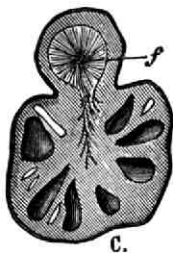


Fig. 16. Dwarsche doorsnede door een oud knolletje na resorptie van den inhoud.

weder te voorschijn te roepen. Het is dus zooals men ziet een veelvuldig voorkomend organisme. Behalve bij de Vlinderbloemige gewassen vindt men dergelijke tuberkels nog bij de familie der Elaeagnaceae en Amentaceae, waartoe de bekende Els behoort; ofschoon hier de zwam geen splitszwam is doch een draadzwam.

Hierin hebben wij dus een zeer voornamen factor voor het vastleggen der atmosferische stikstof. De plant groeit op de gewone wijze verder, al door stikstofverbindingen in wortels, stam en bladeren opstapelend; nadat zij hare rol heeft vervuld sterft zij af, de verschillende deelen vallen op den grond, worden er mede bedekt en dan door gewone rottingsbacteriën ontleed. De opgenomen stikstof ondergaat de reeds opgenoemde veranderingen, waarbij zij als eindproduct nitraten levert, welke dan weder in den kringloop opgenomen, dezen geheel volledig maken. Beginnende dus met de minerale bestanddeelen van den bodem, gaat het voedingsmateriaal over op de plant, van daar op het dier om eindelijk door bemiddeling van verschillende soorten van bacteriën weder tot den bodem terug te keeren. Want de stikstof welke door de eene soort bacteriën uit den cirkel langs eene raaklijn ontwijkt, wordt door eene andere soort er langs eene tweede raaklijn weder ingebracht. Voor dezen nooit ophoudenden omloop van het voedingsmateriaal levert de zon alleen het arbeidsvermogen; zoolang zij hare stralen

naar de aarde uitzendt, bestaat er geene enkele reden, waarom hij ooit op zou houden; zij is het dus ook, welke door haar afgezonden arbeidsvermogen, in den vorm van warmte en licht, middellijk het voortduren van het leven mogelijk heeft gemaakt gedurende de millioenen jaren dat de aarde reeds bestaat. Maar tevens zien wij er uit hoe in dien kringloop al de raderen nauwkeurig in elkander moeten grijpen, wil het geheele werk niet stilstaan. Neem een der factoren uit den kring weg en het bestaan der andere is onmogelijk, zelfs valt hierbij aan de bacteriën misschien wel het leeuwenaandeel toe, want zonder hunne hulp werd het dierlijke organisme en zijne afscheidingsproducten nooit meer binnen het bereik der plant gebracht, en kunnen wij dus gerust zeggen dat alleen van hunne werking, zoowel vernietigende als opbouwende, het bestaan der hoogere planten en der dieren geheel afhangt.

Uit het bovenstaande en het vroeger reeds aangehaalde blijkt ten duidelijkste van welk overwegend belang de bacteriën voor den landbouw zijn; hoe er bijna geen enkele werkzaamheid in het boerenbedrijf te vinden is, waar zij niet in meerdere of mindere mate eene rol in spelen, al moge dat dan ook in de meeste gevallen aan den leek niet zoo terstond in het oog springen. Bij de bemesting der akkers, het kiemen van

het gezaaide, de ontwikkeling der plant, bij de bereiding van boter en kaas, het bewaren van groen voer voor het vee, overal zien wij dat zij hunne werking doen gevoelen, 't zij dat deze den mensch ten goede komt of benadeelt, waarvan wij hier nog eenige voorbeelden zullen aanhalen. In de eerste plaats noemen we dan de voederpers, wier gebruik voor den boer een belangrijk vraagstuk uit de bacteriologie vertegenwoordigt. Wanneer hij tracht het groene voeder, in dien toestand te bewaren voor den winter, ondervindt hij de grootste moeielijkheid; want in dien vochtigen toestand, waarin het verzameld wordt, ondergaat het zeer spoedig eene ontleding door de gewone bacterien, het zoude in korten tijd geheel verrotten. Daarom worden sommige voedersoorten eenvoudig gedroogd, zooals het hooi; maar zoo dit ook bij eenige gelukt, bij andere is dat niet het geval omdat zij te veel in waarde verminderen of voor het vee ongenietbaar worden. Zoo is bijv. het groene koren of de maïs in verschen toestand een voeder van uitnemende waarde, in gedroogden echter bijna onbruikbaar. Door ervaring en zijne groote opmerkingsgave heeft de boer echter een wijze van bewaring gevonden, welke hem in staat stelt aan de onaangename gevolgen van den bacteriëngroei voor zijn voeder te ontkomen en wel door het aanwenden der voederpers. Hieronder verstaat men eene groote, stevig gebouwde kist, waarin het groene voeder vast op elkaar gepakt wordt onder

aanwending van een tamelijk grooten druk, zoodat de lucht binnen in geheel afgesloten is, en alleen de oppervlakte er mede in aanraking komt. Onder deze voorwaarde blijft het voeder zijne vochtigheid behouden, zonder de gewone gisting en rotting te ondergaan, en kan aldus maanden lang bewaard worden, zonder zijne waarde te verliezen. Wel is waar heeft het ook veranderingen ondergaan, doch deze zijn van niet zoo ingrijpenden aard als bij de rotting plaats grijpen, zoodat het onbruikbaar zoude worden, integendeel, het wordt met graagte door het vee genuttigd.

Wij zijn tot op dit oogenblik nog wel onbekend met den aard der verandering welke het voeder ondergaat bij zijn verblijf in de pers; tegen gisting is het klaarblijkelijk niet gevrijwaard. Wordt het slechts los op elkaar gepakt, zonder aanwending van druk, dan ziet men spoedig een energische werking plaats grijpen, waarbij de temperatuur tot 70° C. rijzen kan. Deze groote hitte wordt voortgebracht door de werking van sommige soorten bacteriën, welke gemakkelijk groeien juist bij deze hooge temperatuur. 1) Bij de gisting wordt de nog aanwezige lucht verbruikt tot een zeker bedrag, en heeft tengevolge dat het materiaal nog vaster op elkaar pakt, waardoor het opnieuw indringen van lucht uitgesloten

1) Deze groep van organismen worden met den naam Thermophile bacteriën aangeduid.

wordt. Deze eerste gisting houdt spoedig op en het voeder blijft naderhand in vrij wel denzelfden toestand. Daarna beginnen sommige zuurvormende bacteriën langzaam te groeien, en maken het persvoeder, door het gevormde melkzuur en azijnzuur etc., in lichte mate zuur. Maar het afsluiten van de lucht, de vaste pakking en het betrekkelijk geringe gehalte aan vochtigheid, benevens de zwak zure reactie van het materiaal schijnen den groei der gewone rottingsbacteriën te beletten, waardoor het voeder zoo langen tijd goed bewaard blijft. Hetzelfde wordt bereikt door het z.g.n. inkuilen van sommige voederstoffen. In elk geval is het gewenschte resultaat, de materialen aan de inwerking der rottingsbacteriën te onttrekken, voornamelijk door onttrekking van zuurstof en water. De vast opeengepakte massa levert eenige overeenkomst op met de sterk geperste kaas, waarover boven een en ander medegedeeld werd, ook daar werden de mikroörganismen zoo zeer in hun groei belemmerd door gebrek aan lucht en vochtigheid, dat zij het anders zoo gunstige voedingsmiddel niet kunnen aantasten.

Hoe onvolledig ook onze kennis nog zijn moge omtrent de plaats grijpende veranderingen, zoo veel is toch gebleken, dat het geheele gebruik der voederpers alleen op bacteriologischen grondslag berust.

DE VRUCHTBAARHEID VAN DEN GROND.

Het eenige doel dat de boer voortdurend in 't oog houdt is zooveel mogelijk voedingsstoffen aan den grond te ontwoekeren, 't zij dat hij dit doet onmiddellijk door te zaaien en te oogsten, 't zij dat hij het middellijk bereikt door veefokkerij, welke weder van plantenvoedsel afhangt. In ieder geval is het welslagen zijner onderneming in de hoogste mate afhankelijk van de vruchtbaarheid van den bodem, en dus indirect van de bacteriën.

Reeds bij de vorming van den „bodem” spelen zij een rol. Zooals bekend ondersteld mag worden, hangt de vorming van den grond ten nauwste samen met het uit elkaar vallen der rotsen en bergen, wat men gewoonlijk verweeren noemt. Dit proces, hoofdzakelijk een gevolg van de inwerking van vochtigheid en koude op de gesteenten, en nog geholpen door de oxydeerende werking der lucht, is dus voornamelijk een van physischen en chemischen aard. Niettemin spelen bacteriën hierbij ook eene rol, al moet toegegeven worden dat zij, in vergelijking met de andere factoren, eene kleine is. Sommige soorten van mikro-organismen kunnen, zooals wij vroeger zagen, groeien op zeer eenvoudige voedingsstoffen; zij zijn reeds in staat uit vrije stikstof en koolzure zouten volkomen in het noodige voor hun levensonderhoud te voorzien. Deze organismen schijnen nu te leven op de kale oppervlakte der gesteenten, waarbij de door hen afgescheiden producten

van zuren aard, uit de vrije stikstof en het opgenomen koolzuur gevormd, de natuur te hulp komen in haar vernielingsproces.

Intusschen worden voor de vorming van een vruchtbaren grond nog meer ingredienten vereischt dan de verweerde gesteenten kunnen leveren, in de eerste plaats zijn dat de zwavelzure zouten, welke een voornaam bestanddeel van alle plantenvoedsel uitmaken. Deze Sulfaten schijnen ten minste gedeeltelijk gevormd te worden door de werking der bacteriën. Bij de ontleding van eiwitachtige lichamen ontstaat onder anderen steeds Zwavelwaterstof, daar alle eiwitten zwavel bevatten. Dit gas, dat meestal ook in de atmosfeer wordt aangetroffen, wordt langzamerhand door bacteriën geoxydeerd tot Zwavelzuur, dat zich met de metalen verbindt tot zwavelzure zouten. Op dezelfde wijze is waarschijnlijk de afzetting van phosphorzure en kiezelzure verbindingen, vooral die met ijzer, aan bacteriëngroei te danken. Ofschoon, zooals gezegd, de hoofdrol bij deze veranderingen der aardoppervlakte, wel door invloeden van physischen en chemischen aard gespeeld wordt, toch kan de medewerking der bacteriën hierbij niet ontkend worden.

Een nog belangrijker factor voor de vruchtbaarheid van den bodem is zijn gehalte aan stikstofhoudende stoffen, want zonder deze is hij geheel onvruchtbaar. Gedurende langen tijd is de vraag naar hunne herkomst onbeantwoord gebleven; overal waar men den bodem, welke

zich als zeer vruchtbaar toonde, onderzocht, vond men dat hij salpeterzure zouten en andere stikstof-verbindingen bevatte; op sommige plaatsen der aarde vindt men zelfs uitgestrekte lagen van nitraten, zooals de Salpeterbeddingen in Chili. Dat deze uit de stikstof der lucht zijn gevormd, schijnt vast te staan, doch over de wijze waarop dat proces plaats greep, loopen de meeningen nog zeer uiteen. Zoo nemen b.v. sommigen aan, dat electriche ontladingen in de atmosfeer, waarbij steeds kleine hoeveelheden van verbindingen der stikstof met de zuurstof ontstaan, er de oorzaak van zouden zijn, welke zich dan met de in den bodem voorkomende metaalverbindingen, zooals koolzure, phosphorzure zouten zouden omzetten tot nitraten, maar het valt zeer moeilijk, eene dergelijke stelling vol te houden. Hoe zouden, om maar iets te noemen, juist op dat punt der aarde de nitraten in een zoo enorme hoeveelheid gevormd worden, terwijl overal elders van hunne aanwezigheid, ten minste in eenigszins aanmerkelijke quantiteit, niets gebleken is; de onweders zouden er niet van de lucht moeten zijn om dergelijke salpeterlagen te kunnen vormen. Meer waarschijnlijk is dan ook de oplossing, dat er in vroegere aardperioden door stormen en watervloeden groote massa's zeeplanten in dat bekken zijn aangespoeld, welke, bij hun ontleding door bacteriën, die enorme hoeveelheden salpeterzure verbindingen uit hun eiwit, hebben doen ontstaan. Intusschen, hoe dit

ook zij, een feit is het, dat de gewoonlijk in elken ook maar eenigszins vruchtbaren grond voorkomende salpeterzure verbindingen, voornamelijk hun ontstaan te danken hebben aan de werkzaamheid der aardbacteriën, welke in staat zijn de vrije stikstof te assimileeren en om te zetten in Nitrieten en Nitraten. 't Zij alleen, 't zij in verbinding met hogere planten, zooals de Vlinderbloemige gewassen, waardoor deze in staat worden gesteld de stikstof in hunne wortels en stengels te verzamelen, waardoor de bodem behoed wordt tegen uitputting, welke door de voortdurende onttrekking door de planten onvermijdelijk zoude plaats grijpen. Wij zien dus dat de bacteriën naar alle waarschijnlijkheid als de hoofdfactor te beschouwen zijn, welke den maagdelijken grond van den beginne af met stikstof voorzien hebben, en aldus voor een groot deel tot zijne vruchtbaarheid hebben bijgedragen.

Hoe belangrijk de zoo even behandelde stikstofverbindingen voor den landbouw ook mogen zijn, het voornaamste deel van den grond is echter dat wat wij Humus noemen, en waarvan de vorming geheel en al op bacteriënwerking berust.

Deze humus is een zeer gecompliceerde stof en verschillend van samenstelling in de verschillende grondsoorten. Zij bevat een overvloed van stikstofverbindingen, verder zwavelzure en phosphorzure zouten, Koolhydraten en nog eenige andere stoffen welke het karakter van zuren hebben; zij is het welke het verschil tusschen

vruchtbare teelaarde en den onvruchtbaren heidegrond uitmaakt. Wanneer de bodem jaar op jaar voor cultuur gebezigd wordt, raken zijn voedende bestanddeelen langzaam maar zeker uitgeput, want telkens wordt iets van de humus verbruikt, en zal de bodem eindelijk niet meer in staat zijn plantenleven te onderhouden, wanneer dat verlies niet intijds gedekt wordt. De landbouwer is dus gedwongen, wanneer hij zijn oogsten niet wil zien verminderen, voortdurend meer of minder gebruik te maken van meststoffen, met andere woorden zijne verbouwde gewassen te voeden. Voor elken boer is de hoofdbron dezer voedingsstoffen wel de verkregen mest van zijn vee, daar zonder dat geen rationeel landbouwbedrijf is uit te oefenen. De reden, waarom juist deze mest zulk uitstekend voedsel voor de plant afgeeft, ligt voor de hand, omdat zij grootendeels bestaat uit het onverteerde gedeelte van het door de dieren opgenomen voedsel vermengd met al het afgescheiden Ureum en andere producten der dieren, en dus, behalve verschillende minerale bestanddeelen, al de in het dierlijke organisme verbruikte stikstof bevat. In dien toestand, waarin zij wordt gevormd, is de mest echter nog niet veel waard als plantenvoedsel. De landbouwer heeft door ervaring geleerd, dat zij eerst nog een soort van rijpingsproces moet ondergaan, voor zij hem van nut is op zijne akkers. Jonge mest wordt nu en dan wel aangewend, maar oefent eerst later zijne gunstige werking uit op den

plantengroei. Daarvandaan zet de boer zijne mest gewoonlijk voor langeren tijd op hoopen, om haar tijd te laten langzamerhand de gewenschte omzettingen te ondergaan, waardoor zij als voedingsstof zoo hooge waarde krijgt. Dit rijpingsproces kan gereedelijk verklaard worden uit de vroeger reeds aangehaalde feiten; daar het inderdaad uit niets anders bestaat dan uit de ontleding der meer gecompliceerde stikstofverbindingen in de dierlijke excretieproducten in meer enkelvoudige. De eiwitachtige stoffen vallen uit elkaar, en de daarin aanwezige stikstof gaat ten slotte over in Salpeterzuur, Ammoniak en zelfs vrije Stikstof, vooral het Ureum wordt bijna geheel gesplitst in Ammoniak en Koolzuur. Daarna treedt een tweede proces in werking, ook reeds hier boven genoemd, waarbij de lagere stikstofverbindingen, zooals het Ammoniak en zijne derivaten, de Nitrieten enz., langzamerhand geoxydeerd worden tot Salpeterzuur, kortom, het geheel is zoowel een reductie- als oxydatieproces, waarbij eerst eene ontleding en dan eene synthese plaats grijpt. Onder de inwerking der bacteriën wordt dus de composthoop, waarop allerlei afval, zoowel dierlijke als plantaardige, geworpen wordt, voor den boer de groote bron van plantenvoedsel. Het is dus eene cultuur van verschillende bacteriënsoorten op reusachtige schaal.

Maar de volledige kennis van dit rijpingsproces stelt den landbouwer ook in staat elke verspilling van de voor hem zoo kostbare materialen tegen

te gaan. Wanneer hij het geheel aan zijn lot overlaat, zonder er naar om te zien, zal hij spoedig kunnen bemerken, dat een niet onbelangrijk gedeelte der stikstof verloren gaat in de lucht, hetzij in den vorm van Ammoniak, hetzij als vrije Stikstof. Zelfs de nitraten kunnen aldus verloren gaan door de werking der bacteriën. Die stikstof is voor hem onherroepelijk verloren, en kan hij dat verlies alleen vergoeden door toevoeging van kunstmeststoffen, zooals Chilisalpeter, of door het uit de lucht terug te winnen met behulp van de organismen, welke in staat zijn gasvormige stikstof te assimileeren.

Zooals gezegd, is de hoofdbron van het stikstofverlies het vervluchtigen van het Ammoniakgas in de lucht, maar de wetenschap doet hem ook hiertegen het middel aan de hand; door toevoeging n.l. van sommige chemicaliën, welke zich gemakkelijk met ammoniak vereenigen, kan hij bijna alle stikstof behouden in den vorm van ammoniakzouten, welke, nadat zij eens gevormd zijn, geen neiging tot vervluchtigen vertoonen. De gewone Gyps of Superphosphaat en dergelijke binden het Ammoniak gemakkelijk, en stellen hem dus in staat het verspillen van stikstof grootendeels te keer te gaan en zodoende alle aan den bodem onttrokken stikstof, door zijne daarop verbouwde gewassen, en door zijn vee-stapel verder verbruikt, aan den grond terug te geven. De planten vormen uit de nitraten enz. eiwitten, waarmede de dieren zich voeden, en

hem of melk, of vleesch of mest er voor in de plaats geven. De bacteriën eindelijk zetten deze producten langs den een of anderen weg in zijn composthoop weder om in nitraten, welke dan den kringloop weder van voren af kunnen beginnen. Deze zoude natuurlijk tot in het oneindige kunnen doorgaan, wanneer er niet met twee feiten rekening gehouden moest worden, n.l. het verlies aan stikstof dat geleden wordt door den verkoop van melk, granen vleesch enz., en dat wat onvermijdelijk bij alle rottingsprocessen optreedt, n.l. de stikstof welke in de lucht verdwijnt, hoe goed de mest ook behandeld wordt, die hoeveelheden zijn voor den boer niet terug te winnen. Maar ook dit verlies kan ondervangen worden door een wijze van grondbemesting waarbij de bodem zeer verrijkt wordt met stikstofverbindingen, n.l. de groene bemesting. Daartoe wordt het land bezaaid met die planten, welke door hunne samenleving met bacteriën de stikstof direct kunnen opnemen. Zoodra zij eene flinke hoogte bereikt hebben, worden zij niet geoogst, maar direct ondergeploegd of de toppen worden afgesneden om als voeder te dienen, en de rest direct als meststof gebruikt. Dit materiaal kan dus alleen geleverd worden door planten, welke door hunne symbiose direct stikstof assimileeren, welke later bij het rottingsproces, dat er in den bodem plaats grijpt, naast de minerale bestanddeelen, door den grond wordt vastgehouden op de wijze zooals wij vroeger reeds vermeldden.

We zien dus ook hier weder, dat het geheele stikstofvraagstuk, het hoofdmoment voor de vruchtbaarheid van den bodem, ten slotte slechts neerkomt op een zuiver bacteriologisch vraagstuk, welks oplossing de boer geheel in de hand heeft, door steeds te zorgen dat hij zijne bondgenooten, de mikroörganismen, op een gegeven oogenblik aan het werk kan zetten om hem het geleden verlies in zijn bedrijf te helpen vergoeden.

ROL DER BACTERIËN BIJ DE STEENKOOLVORMING.

In nog een zeer belangrijk proces in de natuur hebben bacteriën eene groote rol gespeeld, n.l. bij de vorming der steenkool, welker enorme beteekenis in het hedendaagsche leven wel onnoodig zal zijn nog nader in 't licht te stellen. Afgezien van haar gebruik als brandstof, waarop onze moderne verwarmingswijze geheel gebaseerd is, levert de steenkool ons eene onafzienbare reeks van producten van onberekenbare waarde. Zoo wordt uit haar het lichtgas gestookt, waarnaast het ammoniak als bijproduct verkregen wordt, benevens de koolteer, welke de grondstof is voor eene geheele reeks van scheikundige verbindingen, alle even belangrijk voor de techniek, en waarvan we slechts aanstippen willen, het Carbolzuur, en andere Phenolen, benevens de schitterende aniline kleurstoffen, in alle mogelijke kleurschakeeringen.

Ofschoon nu aan de vorming van al deze stof-

fen de bacteriën wel geen aandeel hebben, daar zij geheel langs technischen weg verkregen worden, zijn toch de mikroörganismen grootendeels de bewerkers van het oorsprongmateriaal der steenkool geweest. Zooals wel algemeen bekend kan voorondersteld worden, is de kool een overblijfsel van den overweldigenden plantengroei uit een lang vervlogen geologisch tijdperk. Zij stelt dus voor eene aequivalente hoeveelheid koolzuur gas, door de toen levende planten aan de atmosfeer onttrokken. Terwijl deze dus onmiddelijk het hoofdmateriaal voor de steenkool opleverden, namen de bacteriën op twee verschillende wijzen deel aan dat proces. In de eerste plaats schijnt het vrij wel vast te staan, dat zij de planten met stikstof voorzien hebben, wanneer we ten minste uit hetgeen heden ten dage plaats heeft, een besluit kunnen trekken tot hetgeen vroeger gebeurde. Zonder een voorraad van vastgelegde stikstof in den bodem zouden deze steenkoolleverende planten nooit hebben kunnen groeien, zooals in het vorige hoofdstuk uiteengezet werd. Op grond van het daar aangevoerde bestaat er vrij groote zekerheid, dat toen, evenals nu, de bacteriën wel de hoofdrol zullen gespeeld hebben bij het assimileeren der stikstof uit de atmosfeer, en welke op dit oogenblik nog grootendeels teruggevonden wordt in de kool. Maar in eene latere periode van steenkoolvorming hebben zij ongetwijfeld eene groote rol gespeeld. Kool is niet enkel maar opgehoopte plantengroei.

Wanneer men de verschillende soorten onderzoekt, vindt men dat er een groot verschil bestaat tusschen hare scheikundige samenstelling en die van het hout, waaruit zij gevormd is. Zij bevat een veel hooger percentage aan koolstof en veel lager aan waterstof en zuurstof dan de levende plant. De omzetting van deze laatste in steenkool ging vergezeld van een tragsgewijze verlies aan waterstof en zuurstof en bijgevolg een verhoogd percentage aan koolstof. Aan deze verandering heeft de kool hare grootere dichtheid en hare hoogere waarde als brandstof te danken boven het hout. Omtrent de wijze, waarop de steenkool langzamerhand uit het hout is ontstaan, bestaat op dit oogenblik weinig twijfel meer, daar wij het dagelijks nog kunnen waarnemen in onze venen, zij het dan ook niet geheel ten einde toe. De afgestorven boomstammen, takken, bladeren, maar vooral de mossoorten welke tot het geslacht *Sphagnum* behooren, hoopen zich langzamerhand op, en beginnen in gistenden toestand over te gaan, zoodra de voorwaarden ten opzichte der temperatuur en vochtigheid slechts gunstig zijn. Onder gewone omstandigheden zoude de inwerking der bacteriën eerst ten einde zijn, zoodra de koolstof geheel geoxydeerd geworden ware en de organische stof geheel uit elkander gevallen. Wanneer echter die plantenmassa door water en slib van de lucht wordt afgesloten en de temperatuur eene zekere hoogte bereikt, loopt het proces in eene andere richting en heeft er

bij lange na niet zulk eene volledige splitsing plaats. Want de waterlaag belet de toetreding der zuurstof uit de lucht, waardoor de oxydatie der koolstof tot koolzuur bijna geheel wordt opgeheven, de geheele massa verandert dus alleen van samenstelling; onder den invloed van deze langzame gisting wordt zij allengs dichter en vaster in hare consistentie, door den op haar rustenden druk waarschijnlijk nog geholpen. Haar oorspronkelijk karakter gaat meer en meer verloren, er heeft voortdurend verlies aan waterstof en zuurstof plaats. Wel is waar gaat er ook koolstof verloren, want men ziet er voortdurend gasbellen in opstijgen, welke uit moerasgas bestaan, eene verbinding van koolstof en waterstof, doch dat verlies kan bij lange na niet vergeleken worden met dat der eerste twee. Daarvandaan dat het percentgehalte der laatste voortdurend stijgt, en dat der andere vermindert. Evenwel treedt deze wijze van gisting niet overal en in alle plantenmateriaal, dat er aan blootgesteld wordt, op; daartoe schijnen bepaalde omstandigheden, en misschien ook nog bepaalde organismen aanwezig te moeten zijn, en vooral eene zekere temperatuur te moeten heerschen. De vorming van veen heeft niet in alle streken der aarde plaats. In warme klimaten en daar waar de planten aan de lucht zijn blootgesteld, zij het ook maar voor zekeren tijd, gaat het ontledingsproces zoo ver, dat het materiaal geheel vernietigd wordt. Alleen in de koudere luchtstreken, waar het water nooit

geheel verdampt, zal men dus turfvorming kunnen aantreffen.

De vorming van veen schijnt echter slechts een eerste stap te wezen tot de omzetting van plantenweefsel in steenkool. Hoe langer het boven beschreven proces duurt, zoo vaster en rijker aan koolstof wordt de stof. Wanneer wij eene veenlaag op verschillende diepten onderzoeken vinden wij dat zij al vaster en vaster wordt, op den bodem is zij soms steenhard, zeer donker van kleur en vertoont nog slechts sporen van hare oorspronkelijke samenstelling. Zij is dan reeds overgegaan in een toestand, dien men Bruinkool noemt. Deze bevat meer koolstof dan turf, doch minder dan steenkool en stelt dus een tusschenvorm tusschen deze beide. Gaat het proces nog verder dan verkrijgen wij Steenkool en eindelijk Anthracit.

Wanneer het zoo even beschrevene een juist beeld ontwerpt van de steenkoolvorming, dan zien we ook hier weder een proces waaraan de mikroörganismen een groot en belangrijk aandeel hadden. Helaas verkeeren wij echter nog zeer in het onzekere omtrent de juiste toedracht der processen, welke er bij plaats grijpen. Zoo weten wij nog niets van de soorten van bacteriën welke er eene rol bij spelen, evenmin als van de wijze waarop het gistingsproces verloopt, omdat tot nu toe nog geen turf is verkregen geworden langs kunstmatigen weg. Men heeft het gewoonlijk beschouwd als een langzaam voortgaande

scheikundige verandering, maar de groote overeenkomst die er bestaat tusschen dit en andere gistingprocessen, wijst ons er als van zelf op, dat wij het hoofdzakelijk op rekening der bacteriën moeten schrijven. Er bestaat geen enkele reden om te twijfelen of in die geologische perioden, toen de steenkool ontstond, bacteriën bestonden met dezelfde eigenschappen als zij nu bezitten, en zoo kunnen wij waarschijnlijk het langzaam voortgaande proces, waarbij de steenkool gevormd, toeschrijven aan die soorten van mikroörganismen, welke kunnen groeien bij afwezigheid van zuurstof, de z.g.n. Anaërobe bacteriën.

Dus ook hier vinden wij een ontzaglijk rijke bron in de natuur ons door de kleinste aller levende wezens verschaft. Hoeveel invloed water en daarmee gepaard gaande druk ook op de vorming gehad mogen hebben, het was op den keper beschouwd toch slechts de bijzondere soort van gisting waaraan het plantenmateriaal blootstond, die de scheikundige verandering teweeg bracht, waardoor het overging in steenkool. De plantengroei der steenkoolperiode was in de eerste plaats afhankelijk van de stikstof, door de bacteriën in den bodem vastgelegd, en aan hen hebben wij het tevens te danken, dat die vegetatie, als 't ware een accumulator van de energie der zonnestralen uit lang vervlogen tijdperken, voor ons in den schoot der aarde opgeborgen bleef.

BACTERIËN EN HUNNE BETREKKING TOT DE BESMETTELIJKE ZIEKTEN.

Hoe weinig, bij de meeste leeken op bacteriologisch gebied, ook bekend moge wezen van al de goede eigenschappen welke de mikroörganismen bezitten, en waarvan we in het voorafgaande een beknopt overzicht gegeven hebben, des te meer heeft de minder aangename eigenschap van sommige hunner, ziekte te kunnen veroorzaken, aan de geheele klasse van individuen eene zoo groote reputatie bezorgd, dat zij bij iedereen bekend zijn geworden, ten minste bij name. Feite-lijk zijn zij alleen door deze eigenschap het voorwerp der algemeene aandacht geworden, in deze richting het best bestudeerd, en is de betrekking welke tusschen hen en het ontstaan van velerlei ziekten bestaat zoo druk besproken, dat de meeste lezers bij het hooren van den naam bacterie, de gedachte aan eene of andere ziekte daaraan vastknoopen, zoodat de woorden bacterie en ziekte voor hen ongeveer synoniem zijn geworden.

Daarvandaan de hedendaagsche bacteriënjacht; wanneer de een of andere fabrikant voor een door hem gefabriceerd of verkocht artikel reclame wil maken, voornamelijk wanneer het consumptie-artikelen zijn, dan wordt het allereerst nadruk gelegd op de afwezigheid van bacteriën; het is dan ook reeds voldoende voor een artikel er mikroörganismen in aan te kunnen toonen, om het voor verdacht te houden; er is op dit gebied niet weinig overdrijving.

Zooals we reeds gezien hebben, zijn de bacteriën eer als vrienden, dan als vijanden van den mensch te beschouwen. Want al moet toegegeven worden dat er sommige vormen zijn welke het menschelijk lichaam direct of indirect kunnen schaden, hun aantal is in werkelijkheid uiterst klein tegenover de groote menigte der geheel onschadelijke soorten. De eerste, welke zich als echte parasieten gedragen, hebben den naam Pathogene bacteriën gekregen, daar zij onder bepaalde omstandigheden, in het menschelijk of dierlijke lichaam gebracht, eene karakteristieke ziekte doen ontstaan. De nietpathogene soorten zijn geheel onschuldig al worden zij ook bij duizenden opgenomen; zij leven niet parasitisch en zijn niet in staat in de weefsels van het menschelijke lichaam te groeien. Hunne aanwezigheid gaat zelfs geheel samen met eene volmaakte gezondheid, en er zijn zelfs redenen om te gelooven dat zij daaraan veelal bevorderlijk zijn. Het is dus geheel onjuist alle bacteriën te veroordeelen, omdat sommige nu en dan ons overlast veroorzaken.

Het dierlijke lichaam kan op verschillende wijzen den nadeeligen invloed dezer pathogene bacteriën ondervinden, want alle werken niet op dezelfde manier. Reeds dadelijk kan men deze afdeeling van mikroörganismen in twee klassen scheiden, welke echter door tusschenvormen verbonden blijven. De eerste omvat diegene welke niet streng parasitisch leven doch vrij in de

natuur voorkomen, dus alleen hun parasitisch karakter toonen zoodra hun daartoe de gelegenheid aangeboden wordt en voor 't overige dus als Saprophyten leven; in de tweede komen dan alleen die vormen welke streng parasitisch leven, dus alleen in het lichaam van mensch en dier voorkomen. Daar buiten zijn zij niet in staat zich te ontwikkelen. Voor het juiste begrip dezer twee klassen, zullen we eerst de manier nagaan waarop bacteriën in 't algemeen ziekte veroorzaken.

WIJZE WAAROP BACTERIËN ZIEKTEN DOEN ONTSTAAN.

Sedert het oogenblik dat men duidelijk had aangetoond, dat sommige bacteriënsoorten de oorzaak zijn van verschillende ziekten, rees van zelf de vraag op welke wijze dat in zijn werking, hoe hunne aanwezigheid in het lichaam de symptomen der verschillende ziekten kon te voorschijn roepen. En op deze vraag zijn in vroeger tijd heel wat antwoorden gegeven. De een meende dat zij door hun groei het lichaam van zijn voedsel beroofden en dus uitputten; een ander daarentegen hield hunne werking voor eene oxydatie of reductie van de weefsels van het lichaam, terwijl een derde wederom de meening was toegedaan dat zij den bloedsomloop belemmerden. Geene enkele van deze oplossin-

gen is evenwel steekhoudend bevonden. Het was eerst aan de laatste jaren voorbehouden op deze zaak het noodige licht te kunnen laten schijnen; thans staat vast dat de bacteriën bij hun groei in het lichaam vergiften produceeren, welke dan hun verderfelijken invloed doen gelden op de verschillende weefsels. Immers vroeger zagen we reeds hoe bij de ontwikkeling der organismen in verschillende voedingssubstraten een groot aantal ontledingsproducten ontstaan, waaronder zeer vele van vergiftigen aard waren, en van zoo hevige werking dat zij bij het inbrengen in het dierlijk lichaam vergiftiging en den dood ten gevolge hebben. We behoeven ons de pathogene bacteriën slechts voor te stellen, als zulke vergiften bij hun groei produceerend, en we hebben terstond eene verklaring der manier waarop zij ziekten doen ontstaan. Deze voorstelling der zaak is echter meer dan louter theorie, zij is in zeer vele gevallen ook experimenteel bewezen. Men heeft gevonden dat de bacteriën welke Diphtherie, Wondkramp, Typhus, Tering enz. veroorzaken, zelfs wanneer zij groeien in de gewone voedingsmedien, vergiften ontwikkelen van uiterst hevigen aard. Bij inbrenging in het lichaam van een of ander dier ziet men dezelfde verschijnselen optreden, als wanneer de bacteriën zelf in het lichaam parasiteerden; het eenige verschil dat men opmerkt bestaat alleen in de snelheid waarmede het dier sterft. Wordt het vergift als zoodanig ingespoten

dan ziet men reeds korten tijd daarna de vergiftigingsverschijnselen optreden ; worden daarentegen de bacteriën in het lichaam gebracht, dan kan het soms dagen of weken duren eer men iets van hunne werking bespeurt, in elk geval niet voor dat de bacteriën zich hebben kunnen voortplanten in het lichaam en eene hoeveelheid vergift produceeren, voldoende om het effect te weeg te brengen. Hoewel deze wijze van werken voor sommige soorten bewezen is langs experimenteelen weg, en voor andere zoo goed als zeker schijnt, blijven er toch nog vele over wier werking op het organisme tot op dit oogenblik nog geheel onopgehelderd is. Intusschen stelt ons deze verklaring van hunne werking, in staat een duidelijk inzicht te krijgen in de betrekking tusschen de bacteriën en de door hen veroorzaakte ziekten.

PATHOGENE BACTERIËN WELKE NIET STRENG PARASIETEN ZIJN.

Wanneer men het feit in aanmerking neemt dat verschillende bacteriën vergift kunnen vormen, is het gemakkelijk in te zien dat zij nog geen parasieten behoeven te wezen om het dierlijk en menschelijk organisme ziek te kunnen maken. Gewoonlijk worden zij gevonden zoo als wij vroeger zagen in allerlei rottende stoffen in de natuur, en zullen zij of de door hen afge-

scheiden vergiften, dus uit den aard der zaak zelden in de gelegenheid wezen in het mensche-lijke lichaam te geraken. Die toxische producten, welke in 't eerste rottingsstadium optreden en eene nauwe verwantschap met het Ammoniak vertoonen, worden even als dit laatste in latere stadiën verder geoxydeerd tot geheel onschuldige stoffen. Mocht het echter door een of ander toeval gebeuren, dat een of meer soorten van deze bacteriën gelegenheid vonden gedurende een zekeren tijd, zich krachtig te ontwikkelen in organisch materiaal dat later als mensche-lijk voedsel diende, dan zouden natuurlijk de daaruit voortkomende schadelijke gevolgen niet kunnen uitblijven, omdat het geheele organisme terstond vergiftigd wordt. Het resultaat hangt slechts af van de opgenomen hoeveelheid; is die groot dan kan het effect zoo hevig wezen dat de patient het grootste gevaar loopt het leven er bij in te schieten; kleine hoeveelheden, ook al worden zij vaker opgenomen, zullen slechts lichte onge-steldheden zij het ook van langeren duur ten gevolge hebben. Juist deze laatste gevallen komen veelvuldig voor, ofschoon ook de zwaardere gevallen juist geen zeldzaamheden zijn. Als voor-beeld willen we slechts noemen de herhaaldelijk waargenomen intoxicatie met vanilleijs, kaas, melk enz. en de zoo beruchte vleesch en worst-vergiftiging, welke reeds zoo vele slachtoffers geeischt heeft. In al deze gevallen hangt het verloop slechts af van de meer of minder groote

hoeveelheid opgenomen vergift; is het lichaam in staat weerstand te bieden aan de werking, dan komt de patient het na korter of langer poos te boven — in het tegenovergestelde geval is het verloop bijna absoluut doodelijk. Zoo kan het ook nog voorkomen dat de hoeveelheid vergift welke wordt opgenomen, te klein is voor eene werking van eenige beteekenis te voorschijn te roepen, tenzij de hoeveelheid herhaaldelijk ingebracht wordt. Zoo kan het gebeuren dat de bacteriën welke in voedingsmiddelen groeien, zelfs nog na de opname in het menschelijk organisme hunnen groei voortzetten zooals dat vooral van de melkbacteriën bekend is. Onder deze omstandigheden zijn de bacteriën niet parasitisch in de strenge beteekenis van het woord, omdat zij eenvoudig leven en groeien op hetzelfde voedsel dat zij ook buiten het menschelijke lichaam verwerken, en zich niet voeden op de weefsels. De vergiften welke zij afscheiden worden natuurlijk zoo lang ontwikkeld als de bacteriën in hun groei doorgaan, hetzij dit in eene melkkan, of in de maag of het darmkanaal plaats heeft. Die vergiften worden opgenomen in het lichaam en zullen dan eene meer of mindere hevige ongesteldheid veroorzaken van korteren of langeren duur, naarmate hetzelfde voedsel en dezelfde bacteriën worden opgenomen. Tot deze categorie van ziekten behoort onder anderen de zoo zeer gevreesde Cholera infantum, zoo vaak voorkomende onder kinderen welke met koemelk ge-

voed worden in het warme jaargetijde, en waarvan de oorzaak gemakkelijk kan begrepen worden, wanneer wij ons slechts herinneren het groote aantal bacteriën in melk voorkomende in het warme jaargetijde, en rekening houden met het teëre gestel van het jonge kind, dat reeds door kleine giften van het ontwikkelde vergift geheel van streek raakt, terwijl het zooveel sterkere gestel van den volwassene er geen hinder van zoude hebben. Tevens wordt dan duidelijk dat de ziekteverschijnselen terstond zullen ophouden, wanneer slechts zorg gedragen wordt het kind niets anders dan gesteriliseerde melk te geven. Tot op dit oogenblik zijn wij op verre na niet volledig bekend met al de ziekten welke door bacteriën op deze wijze veroorzaakt worden. Uit den aard der zaak, zullen zij wel hoofdzakelijk verbonden zijn met onze voedingsmiddelen, en derhalve voornamelijk, ofschoon niet altijd stoornissen in het darmkanaal veroorzaken. Zoo is het meer dan waarschijnlijk dat verscheidene gevallen der z. g. n. zomerdiarrhoeën daarin hare oorzaak hebben, en bij nauwgezet onderzoek in de vergiften, door bacteriën gevormd voor of na de opname in het voedsel, de bron van al die ongemakken zouden gevonden worden. In het warme jaargetijde, wanneer bacteriën overal overvloedig voorkomen en zoo snel groeien, is het onmogelijk aan dergelijk gevaar te ontkomen, zonder de uitoefening eener keuring van alle voedingsmiddelen welke door

hunne samenstelling de mogelijkheid tot vergiftvorming aanbieden. Die keuring zoude dan evenwel zoo streng behooren te zijn, dat zij bijna onuitvoerbaar zoude blijken. Nogmaals willen we er echter op wijzen, dat in de eerste plaats de melk en de daaruit bereide producten, benevens alle eiwitrijke lichamen de meest gewone en gevaarlijke bron voor dergelijke intoxicaties opleveren, en is het daarom raadzaam in het warme jaargetijde dergelijke spijzen niet te nuttigen, tenzij zij versch bereid of door koking van de daarin voorkomende organismen bevrijd zijn.

FACULTATIEVE EN OBLIGATE PARASIETEN.

In het vorige hoofdstuk werd eene verdeeling der Bacteriën in Parasieten en Saprophyten genoemd, welke zag op de verschillende biologische eigenschappen der onderscheidene soorten, n.l. of zij in staat zijn, bij invoering in het dierlijke of menschelijke organisme, daarin zich verder te kunnen ontwikkelen of niet. Die verdeeling kan voor de parasitische vormen nog verder voortgezet worden en wel in Facultatieve en Obligate parasieten. Onder de eerste rekent men die vormen, welke zich buiten het levend organisme volkomen kunnen ontwikkelen, en dus alleen bij toeval daarin geraken, de laatste omvat de vormen welke uitsluitend daarin voorkomen. We zullen thans in 't kort een overzicht geven van

de voornaamste representanten dezer twee klassen en der door hen uitgeoefende werking.

Zoo geeft fig. 17 een beeld van den bacillus welke de bekende en gevreesde keelziekte Diph-



Fig. 17. Diphtherie bacillen; a jonge, b oudere vormen. Vergr. $\frac{1200}{1}$.

therie veroorzaakt. Hij groeit op de slijmhuide of even onder de oppervlakte, en geeft daar aanleiding tot de ontwikkeling der z. g. n. valsche membranen. In deze vliezen, ontstaan uit transsudaten, groeit hij uiterst snel onder vorming van zeer hevig werkende vergiften welke met den algemeenen term Toxinen bestempeld worden, en bij opname in den bloedsomloop de ziekteverschijnselen veroorzaken. Het zelfde geldt voor den Tetanusbacillus de oorzaak van den wondkramp waarvan fig. 18

ons een beeld geeft. Gewoonlijk wordt deze soort in de aarde gevonden en van daar, door een er mede besmet voorwerp, in de eene of andere wond overgebracht. Hierin groeit hij zeer gemakkelijk maar blijft beperkt tot den omtrek, dus zonder de



Fig. 18. Tetanus-bacillen met sporen. Vergrooting $\frac{1000}{1}$.

overige weefsels aan te tasten. Ook hij geeft aanleiding tot de vorming van vergiften welke tot de hevigst werkende behooren die bekend

zijn, en bij de opname in het organisme die vreeselijke verschijnselen teweeg brengen welke bij de lijders opgemerkt worden. De spieren worden zoo sterk gespannen dat de patient b.v. den mond niet openen kan; het geheele lichaam wordt gekromd als een boog enz., de spanning kan zelfs zoo sterk worden dat de pezen scheuren; de ziekte heeft dan ook bijna regelmatig een doodelijk verloop. Evenals de beide voorgaande werkt het organisme dat de ziekte der Aziatische Cholera veroorzaakt. Fig. 19. Deze bacillus groeit in het darmkanaal, zich voedende gedeeltelijk

met de daarin aanwezige voedingsstoffen, gedeeltelijk met de afgescheiden stoffen door het lichaam.

Hij komt

voor op de slijmhuide en in het vlak daaronder liggende weefsel, zooals doorsneden onder het mikroskoop beschouwd ons leeren; ook deze soort vormt zeer vergiftig werkende stoffen, welke de oorzaak van den dood der patienten zijn.

Waren de tot nu toe behandelde vormen vrij beperkt wat hunne groeiplaats betreft, de volgende zijn meer verspreid in het lichaam, sommige komen zelfs in elk orgaan voor. B.v. het



Fig. 19. Cholera-spirillen meest alle in z. g. n. kommavorm. Bijna echter lange spirillen.

Vergr. $\frac{600}{1}$.

organisme dat de Typhusziekte veroorzaakt, de bacillus Typhosus zie fig. 20 groeit behalve in



Fig. 20. Typhusbacillen uit cultuur. Vergr. $\frac{600}{1}$.

het darmkanaal ook nog in sommige klieren zooals lever, milt enz. Doch hier schijnen zij geene bijzonder gunstige voorwaarden te vinden, ten minste zij vermeerderen er zich niet buitengewoon sterk; ook komen

zij niet overal in genoemde klieren voor, doch blijven meer beperkt tot kleine groepjes. Daar waar zij groeien scheiden zij echter een vergift af de z. g. n. Typhotoxine, waaraan men het optreden der koorts bij de lijders toeschrijft. Eveneens is het gesteld wat betreft zijn voorkomen, met den Bacillus dien men algemeen als de oorzaak der longtering en analoge ziekten beschouwt, den Bacillus Tuberculosis. Of schoon dit organisme zeer veelvuldig voorkomt zoowel bij menschen als bij het vee waar hij de bekende „parelziekte” veroorzaakt, en in staat is allerhande organen aan te tasten, blijft hij toch gewoonlijk vrij wel over een klein gebied gelocaliseerd, zooals eene enkele klier, eene kleine plaats in de longen- of in het middenrif, terwijl de overige organen van het lichaam vrij blijven. In dat geval blijft dus de ziekte ook vrij beperkt en sleept voor den patient geene ernstige gevolgen met zich. Breken echter door de eene

of andere oorzaak de bacillen uit om zich meer of minder vlug door het geheele lichaam te verspreiden, dan is bijna regelmatig de dood het gevolg. Daarvandaan dat de ziekte niet per se doodelijk is; wanneer het slechts gelukt de organismen te beletten uit hun groeiplaats zich te verspreiden, zoodat zij daar latent blijven, misschien wel op den duur geheel afsterven, is genezing zeer goed mogelijk. Fig. 21 geeft eene afbeelding van Tuberkelbacillen in sputa door teringlijders opgegeven, waar men hen ziet liggen als smalle staafjes tusschen cellen- en andere weefselementen.



Fig. 21. Sputum met tuberkelbacillen. Vergroot $\frac{600}{1}$.

In tegenstelling met deze vormen verspreiden andere zich na hunne opname in het lichaam zeer snel, daar zij in den bloedstroom geraken en zoodoende overal heen worden gevoerd, zoo-

dat eene algemeene infectie van alle weefsels plotseling optreedt, waarvan ons de Miltvuur of Anthrax bacillus een sprekend voorbeeld oplevert. Hij komt bij menschen vrij zelden voor, des te meer echter onder runderen en schapen. Men behoeft slechts eene kleine hoeveelheid bloed der aangetaste dieren op een dekglaasje uit te strijken, en na kleuring met Aniline kleur-

stoffen onder het mikroskoop te brengen — om tien- tot honderdtallen bacillen te zien meestal in den vorm van lange draden. Bij overenting op eene vaste voedingsstof b.v. agar en plaatsing in eene broedstoof ziet men reeds na korten tijd den bacillus overgaan tot sporenvorming; men bemerkt dan in het lichaam der staafjes een of meer sterk lichtbrekende bolletjes, welke men door geschikte kleuringsmethoden afzonderlijk kan tingeen. Fig. 22 en 23 geven eene voorstelling van den Miltvuurbacillus zonder en met sporen. Wat voor dit organisme geldt, is ook zeer waarschijnlijk voor verschillende andere soorten, welke de oorzaak zijn van die nog vrij onvolledig bekende ziekten, die men met den naam van

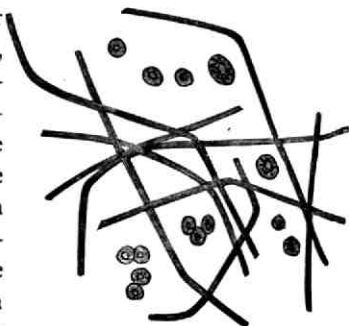


Fig. 22. Miltvuur Anthrax-bacillen uit bloed.

Vergrooting $\frac{650}{1}$.

Bloedvergiftiging

bestempelt en welke het gevolg zijn van de verspreiding van zekere soorten bacteriën door het bloed in het geheele lichaam, waarbij waarschijnlijk ook weder afgescheiden vergiften eene hoofdrol spelen. In 't kort samengevat zien we dus dat de z.g.n. bacteriënziekten het gevolg zijn van de inwerking op het lichaam van vergiften door de bacteriën gedurende hunne ont-

wikkeling afgescheiden. Het verschil in werking der onderscheidene vergiften heeft natuurlijk ook

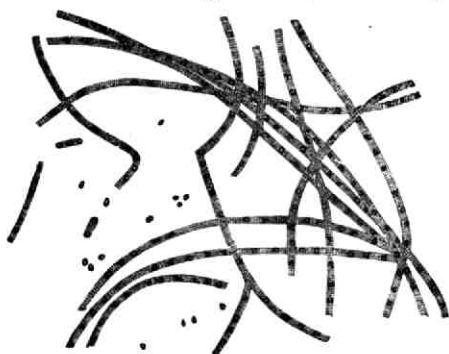


Fig. 23. Miltvuur-bacillen met sporen
vergrooting $\frac{650}{1}$.

een verschil in het karakter der ziekte tengevolge en daarmee samenhangend een groot onderscheid in hun verloop en de waargenomen verschijnselen.

WELKE ZIEKTEN WORDEN VEROORZAAKT DOOR BACTERIËN?

Het is uit den aard der zaak eene vraag van het grootste gewicht, welke ziekten door bacteriën veroorzaakt worden, zoowel bij menschen als dieren, en toch is het tot op dit oogenblik niet gemakkelijk zelfs nog onmogelijk, haar geheel afdoende te beantwoorden. Het is eene zeer moeilijke taak te bewijzen dat de eene of andere ziekte door bacteriën veroorzaakt wordt, zoodat geen twijfel meer mogelijk is. Daartoe

behoort in de eerste plaats het aantoonen van een specifiek organisme in alle ziektegevallen, waarvan de afwezigheid bij gezonde menschen en dieren bewezen is; in de tweede plaats moet dan nog eene methode om het te cultiveeren gevonden worden, en last not least het overtuigend bewijs geleverd dat het gevonden organisme ook bepaald de ziekte doet ontstaan wanneer gezonde dieren er mede ingeënt worden. Elk dezer eischen biedt reeds zijne bijzondere moeilijkheden, maar vooral de laatste, ten minste wanneer het menschelijke ziekten betreft, omdat experimenten op personen gewoonlijk onmogelijk zijn, en zodoende de laatste schakel in de keten meestal blijft ontbreken. Heeft men dus eene of andere specifieke bacteriënsoort bij eene zekere ziekte gevonden, dan kunnen de verdere proefnemingen slechts op dieren plaats hebben. Maar nu zijn dieren vaak geheel onvatbaar voor sommige menschelijke ziekten, en wanneer dat ook al het geval is, is het steeds nog eene zeer twijfelachtige zaak of de verschijnselen bij het dier te voorschijn geroepen overeenkomen met die bij den mensch opgemerkt, afgezien nog van het feit dat verschillende diersoorten op geheel verschillende wijze kunnen reageeren bij inenting met hetzelfde mikroorganisme. Bijgevolg zal het bewijs dat de eene of andere ziekte door besmetting ontstaat, nu eens onomstootelijk vast staan, een ander maal niet meer dan eene groote waarschijnlijkheid blijven. Het is derhalve op dit

oogenblik geheel ondoenlijk eene volledige en juiste opsomming te geven van die bacteriën welke bij den mensch ziekten doen ontstaan.

De moeielijkheid eene dergelijke lijst te geven wordt nog vergroot door het in de laatste jaren bekend geworden feit dat sommige soorten der pathogene bacteriën verschillende verschijnselen teweeg brengen, wanneer zij onder verschillende voorwaarden gebracht worden. In het begin toen men het verband leerde kennen dat tusschen bacteriën en infectieziekten bestaat, meende men dat elke bepaalde soort ook eene bepaalde ziekte te voorschijn riep en omgekeerd dat elke ziekte haar bepaalde bacterie had. Intusschen is het in de laatste jaren gebleken dat deze redeneering niet geheel opgaat voor alle gevallen; wanneer men ook al gevonden heeft dat b.v. Miltvuurbacillen altijd Miltvuur doen ontstaan, hoe en waar zij ook in het lichaam gebracht worden, zoo zijn er toch ook eene menigte andere vormen bekend geworden wier werking niet zoo nauwkeurig omschreven is, doch afhankelijk is van omstandigheden, b.v. van het orgaan dat aangetast wordt, den toestand waarin de patient zich bevindt enz. enz. Zoo zijn, om iets te noemen, verschillende soorten van bloedvergiftiging bij de deskundigen bekend onder den naam Septicaemie, Pyaemie, Gangraen etc. etc., kortom eene geheele reeks van ziekten van eene lichte ettervorming af tot eene ernstige en levensgevaarlijke vergiftiging toe, welke alle waarschijnlijk veroorzaakt worden door

bacteriën, zonder dat het mogelijk is met juistheid te kunnen zeggen, die of die ziekte wordt door deze of gene bacterie te voorschijn geroepen. Zoo heeft men drie zeer gewone coccenvormen constant gevonden bij allerlei etteringsprocessen, welke vormen overal voorkomen, ook in en op het lichaam in gezonden toestand, in de kleeding, op de huid enz., zonder dat zij eenigen overlast veroorzaken. Doch zoodra zij in open wonden komen, ziet men terstond hunne vijandige eigenschappen te voorschijn treden; de waargenomen verschijnselen varieeren echter naar gelang van het aangetaste individu en de soort. Is de patient op dat oogenblik in goede gezondheid dan kunnen zij bij de opneming in wonden vaak niet veel kwaad doen, terwijl bij een minder gunstigen gezondheidstoestand, allicht ernstiger gevaar dreigt. Zoo is het een bekend verschijnsel dat sommige menschen telkens bij het kleinste wondje last hebben van ettervorming en ontsteking, terwijl bij anderen dergelijke en zelfs veel grootere wonden genezen zonder eenige complicatie. Beide categorieën staan zonder twijfel bloot aan dezelfde kansen tot infectie, maar de een kan er weerstand aan bieden en de ander niet; de leek redt zich dan, om eene verklaring van het verschijnsel te geven, met het gezegde „dat het bloed niet goed is”, eene phrase welke niemand veel opheldering geeft en waarmede hij in den grond der zaak toch misschien gelijk heeft. Nog kan het geval

zich voordoen dat dezelfde soort op verschillende tijdstippen eene andere werking uitoefent. Zoo ziet men somtijds organismen welke gewoonlijk in het darmkanaal gevonden worden en daar geheel onschuldig zijn, onder nog onbekende omstandigheden in de overige weefsels overgaan en dan zeer ernstige soms doodelijk verloopende ziekten veroorzaken. Uit het bovenstaande blijkt dus duidelijk, dat er nog andere factoren in het spel komen om de aanwezigheid of het verloop eener ziekte te bepalen, dan enkel de aanwezigheid van een bijzondere soort van pathogene bacterie, en daarom is eene opgave van deze organismen zoo onvolledig en onzeker zooals we boven reeds aanhaalden. Voor zoover thans bekend, vindt men in onderstaand lijstje eene opsomming van de ziekten, wier ontstaan met zekerheid moet toegeschreven worden aan de daarachter staande organismen.

Naam der ziekte.	Naam van het organisme welke de ziekte veroorzaakt.
Miltvuur	Bacillus Anthracis.
Cholera	Spirillum Cholerae asiaticae.
Croupeuse longontsteking .	Micrococcus Pneumoniae.
Diphtherie	Bacillus Diphtheriae.
Kwade droes	Bacillus Mallei.
Gonorrhoea	Micrococcus gonorrhoeae.
Influenza	Bacillus Influenza.
Melaatschheid	Bacillus Leprae.
Intermitteerende koorts . .	Spirillum Obermeieri.
Wondkramp	Bacillus Tetani.
Tering en verwante ziekten	Bacillus Tuberculosis.
Typhus	Bacillus Typhi Abdominalis.

Verschillende wondinfecties met inbegrip der vroeger reeds opgenoemde ziekteprocessen, welke met den naam Bloedvergiftiging worden aangeduid, en Huidroos worden veroorzaakt door eenige soorten van mikrooccen, welke onder elkander eene sterke gelijkenis vertoonen en slechts weinig verschilpunten opleveren. Zij zijn bijna onafscheidelijk van deze ziekten, ofschoon geen enkele onder hen precies kan aangewezen worden deze of gene ziekte te veroorzaken, met uitzondering misschien van den *Mikrococcus Erysipelatis*, welke gezegd wordt de Roos te veroorzaken. De gewone ettervormende organismen brengt men tot drie soorten n.l. *Staphylococcus pyogenes aureus*, *Staphylococcus pyogenes* en *Streptococcus pyogenes*, waarvan fig. 2 en 4 eene voorstelling geven; deze drie zijn de meest voorkomende, naast welke soms nog andere gevonden worden.

Behalve de hier opgenoemde ziekten wier ontstaan door mikroörganismen ontwijfelbaar bewezen is, zijn er nog eenige andere welke vermoed worden nauw samen te hangen met bacteriën, n.l. Bronchitis, Mazelen, Kinkhoest, Buikvliesontsteking enz., ten minste men heeft bij verscheidene een typisch organisme gevonden, zonder dat het nog voldoende bewezen kon worden dat daarin de éénige oorzaak te zoeken was.

Eveneens heeft men bij onze huisdieren eene heele reeks ziekten geconstateerd, door mikroörganismen veroorzaakt. Het miltvuur, vlekziekte,

runderpest, longziekte, kippencholera etc. zijn eenige voorbeelden uit de groep, waarvan het organisme meer of minder goed bekend is, terwijl van andere zooals mond- en klauwzeer, slechts de samenhang met eene of andere bacterie vermoed wordt.

Verder heeft men in den loop van verschillende onderzoekingen van allerlei stoffen zooals faecaliën, rottend bloed enz. verscheidene organismen gevonden, welke bij nauwkeurige bestudeering hunner biologische en physiologische eigenschappen de gave toonden te bezitten bij inenting in dieren, deze ziek te maken, doch waarvan niets met zekerheid bekend is, of zij wel ooit onder gewone omstandigheden in de gelegenheid komen, die werking uit te oefenen. Misschien dat zij eenig verband houden met die ziekten welke aan giftige voedingsmiddelen toegeschreven worden, doch daarom kunnen zij nog niet als eigenlijke ziektekiemen aangemerkt worden.

VERANDERLIJKHEID DER PATHOGENE EIGENSCHAPPEN.

Zooals reeds opgemerkt werd, hebben onze theorieën van de betrekking der bacteriën tot ziekten een geheelen omkeer ondergaan van het oogenblik af dat zij voor het eerst opgesteld werden, en hebben wij sedert dien tijd eene

menigte andere factoren leeren kennen welke in het spel komen, buiten de aanwezigheid van een of ander organisme.

Die factoren kunnen we in 't kort in twee groepen samenvatten n.l. 1^o de veranderlijkheid der bacteriën, en 2^o de veranderlijkheid der aangetaste individuen wat betreft hunne ontvankelijkheid. De eerste vereischt slechts eene korte uiteenzetting, omdat hierover reeds in een vroeger hoofdstuk (zie pag. 26) gedeeltelijk gesproken is.

Reeds langen tijd was het bekend dat een zelfde organisme op verschillende tijdstippen een groot verschil in kracht kan vertoonen; de geneeskundigen deden reeds lang voor de bacteriën bekend waren, de ervaring op dat eene zelfde ziekte nu eens een goedaardig karakter had, dan weder een zéér kwaadaardig, zoodat het sterftecijfer in het laatste geval veel hooger was dan in het eerste. Uit proeven bleek naderhand dat die ziekmakende kracht welke met het woord „Virulentie” wordt aangeduid, door verschillende omstandigheden kan gewijzigd worden. Zoo vonden men dat de bacillus Tuberculosis door cultivering op de gewone voedingssubstraten welke Glycerine bevatten, binnenkort zijne virulentie verliest, eveneens de Streptococcus welke de roos veroorzaakt. Het valt gemakkelijk in te zien dat dit verschijnsel voornamelijk bij die soorten zal gevonden worden, wier leefwijze hoofdzakelijk eene parasitische is; daarvandaan ook dat

het vaak zoo moeielijk is, soms zelfs ondoenlijk, eene bepaalde soort, welke bij de eene of andere ziekte gezien wordt in mikroskopische praeparaten, te cultiveeren op onze kunstmatige voedingsbodems in het laboratorium. En zoo dit al gelukt, haar zoo te kweeken dat zij alle hare eigenschappen in volle kracht behoudt. Somwijlen kan de ziekmakende kracht, welke het organisme verloor, weder aan het zelve terug gegeven worden, door inenting in een daarvoor zeer gevoelig dier.

Verder heeft ook de temperatuur waarbij men kweekt een grooten invloed; zoo vinden we b.v. dat Miltvuurbacillen welke zeer virulent zijn, door blootstelling aan hoogere temperatuur dan 40^0 C. zeer verzwakken en wel des te meer naar mate de temperatuur rijst, natuurlijk binnen matige grenzen, daar anders de dood zoude intreden. De organismen worden door deze proeven niet verzwakt in hun groei, integendeel ziet men dezen soms nog vermeerderen, alleen hunne pathogene eigenschappen zijn verminderd. Het overenten in dieren welke minder gevoelig zijn heeft hetzelfde tengevolge. De bacteriën der varkensziekte worden b.v. sterk aangedaan bij enting in konijnen; het virus der hondsdolheid verzwakt wanneer het in apen overgebracht wordt; maar omgekeerd kan ook langs dezen weg eene vergrooting der virulentie verkregen worden, door inbrenging in nog gevoeliger dieren dan die welke er gewoonlijk aan lijden. Zoo worden de

bacteriën der kippencholera, welke door de eene of andere oorzaak hunne virulentie verloren, weder op hunne natuurlijke sterkte gebracht door overenting in kleine vogels, zooals onze huismusch, en wordt de bacterie der varkensziekte enorm giftig in duiven evenals het gif der hondsdolheid in konijnen. Deze variatie's zijn vooral van belang voor de in een later hoofdstuk te bespreken vaccinaties en van uit een biologisch oogpunt, omdat zij ons eenigermate een inzicht geven hoe gewone saprophytische vormen, welke voor den mensch geheel onschadelijk zijn, successievelijk kunnen overgaan in parasitische vormen, in hunne werking varieerende tusschen een gewoon absces en eene doodelijk verloopende bloedvergiftiging. Hieruit valt dan ook gemakkelijk af te leiden dat het varieeren der mikroörganismen een hoofdfactor is welke in hooge mate de hevigheid eener epidemische ziekte beheerscht, welke aan bacteriën moet toegeschreven worden.

INDIVIDUEELE GEVOELIGHEID.

Met de groote wijziging onzer vroegere zienswijze in alles wat de bacteriën betreft, kon het niet uitblijven dat ook onze begrippen omtrent het weerstandsvermogen dat het individu tegenover eene infectie met bacteriën openbaart, eene verandering moesten ondergaan. Reeds van den

beginne af had men opgemerkt dat er een groot verschil bestaat in gevoeligheid tusschen het eene individu en het andere, zoodat de een van eene ziekte vrij blijft, terwijl de ander wordt aangestast, niettegenstaande voor beiden de kansen gelijk waren, en zijn er tot verklaring van dit feit eene menigte ontdekkingen gedaan, welke ons allengs een duidelijker inzicht in het wezen dezer zaak gegeven hebben.

Nadat de blootstelling aan de besmetting heeft plaats gehad, volgt eene periode van korteren of langeren duur gedurende welke men geene zichtbare verschijnselen waarneemt, het z. g. n. Incubatietijdperk. Dan ziet men de ziekte optreden en zich ontwikkelen tot aan een keerpunt de Crisis, waarna of de dood intreedt of genezing volgt. We zullen deze drie tijdperken achter elkaar in 't kort beschouwen en daarvoor beginnen met

1^o. *De wijze waarop de infectie plaats grijpt.*

Voor de ontwikkeling eener bacteriënziekte is noodzakelijk dat het betreffelijke organisme in het lichaam geraakt, en dit kan plaats hebben langs verschillende wegen, 't zij door den mond, den neus, de huid, of soms ook langs de uitvoerkanalen. Die welke door den mond in het lichaam komen, worden opgenomen met spijs en drank; die welke door den neus bij de ademhaling binnentreden moeten in de lucht gesuspendeerd zijn, terwijl die organismen welke door de huid zich een weg banen, meestal door

aanraking met een of ander besmet voorwerp, zooals het lichaam van een lijder, zijne kleederen, voorwerpen welke hij gebruikt heeft enz., worden opgenomen. In sommige gevallen welke echter vrij zeldzaam zijn en beperkt tot slechts weinige ziekten, kan het gebeuren dat ook door de huid organismen uit de lucht worden opgenomen. Hierbij zijn twee punten van uiterst belang goed in 't oog te houden, en wel 1^o dat het gevaar voor besmetting door de lucht, zooals zooeven werd opgemerkt zeer gering is en slechts voor eenige weinige ziekten bestaat zooals pokken, tuberculose, roodvonk etc. en 2^o dat de ongeschonden gave huid en slijmhuid meestal eene zekere bescherming geeft tegen bacteriën-infectie, zoodat wanneer zich daarin geene sneden of andere wonden bevinden, de organismen slechts zelden er door heen zullen kunnen dringen. Deze twee punten zijn daarom van zoo groot belang, omdat wij tegenover de luchtinfectie slechts uiterst weinig vermogen te doen, en de grootste moeite hebben de huid op eene afdoende wijze te beschutten tegen mogelijke indringing van bacteriën. Ons voedsel, zoowel spijs als drank, kunnen wij gemakkelijk bevrijden van mogelijk aanwezige pathogene bacteriën door het te steriliseeren, 't zij door verhitting of filtratie. Maar het is onmogelijk voor een tijd lang niet te ademen, en ondoenlijk de in te ademen lucht vooraf te steriliseeren, en zij welke zieken te verplegen hebben lijdende aan infectieziekten,

kunnen het eveneens niet vermijden met den lijder of diens besmette kleeding enz. in aanraking te komen. Uit het hier opgesomde volgt van zelf dat de kansen tot het oploopen eener besmettelijke ziekte afhangen van den meer of minder zindelijken staat der kleeding enz., de zorgvuldige behandeling van besmette voorwerpen, en eveneens de nauwkeurige reiniging der handen na het hanteeren van dergelijk materiaal; verder van het eten van spijzen in gekookten of rauwen toestand, en van den toestand der huid en slijmhuide daar elke wond, ook de kleinste, de besmettingskansen verhoogt. Zoo zullen lichte ongesteldheden als gevatte koude en dergelijke, welke ontsteking der slijmhuide veroorzaken, het weerstandsvermogen verminderen en het individu meer ontvankelijk maken voor het opnemen van ziektekiemen. Zooals men ziet spelen reeds eene menigte factoren van enkel physischen aard eene groote rol bij de individueele gevoeligheid.

2^o. *Weerstandsvermogen van het lichaam gedurende het Incubatietijdperk.*

Wanneer het nu langs den een of anderen weg hierboven beschreven, ook al gelukt is aan eene zekere soort organismen in het lichaam te dringen, dan is het nog verre van zeker, dat zij er vasten voet krijgen en hunne pathogene eigenschappen kunnen ontvouwen, want dan begint er een strijd op leven en dood tusschen de indringers en de machtige hulptroepen welke het

lichaam tot zijne beschikking heeft om hen te verdrijven en te vernietigen. Velen van hen leggen het in den strijd spoedig af, en meermalen gebeurt het dat alle reeds vernietigd zijn eer zij er vasten voet gekregen hadden; in dat geval ondervindt het lichaam natuurlijk volstrekt geen nadeel.

In het tegenovergestelde geval dat het lichaam niet bij machte is de indringers te overweldigen, behoeft de reden nog niet gelegen te zijn in hunne numerieke sterkte. Zij strijden slechts om een vast punt te krijgen waar zij groeien en zich vermeerderen kunnen. Er zijn dan slechts eenige weinige exemplaren voldoende om reeds spoedig eene ontelbare menigte nakomelingen te produceren. Het lichaam is dus gedwongen tot zelfbehoud elk organisme te vernietigen of ten minste buiten staat te stellen zich te kunnen vermenvulldigen. Natuurlijk hebben de bacteriën door hunne enorme productiviteit een grooten voorsprong in dezen wedloop, maar ook om deze te kunnen ontvouwen is tijd noodig. Er gaat dan een tijdperk in, het Incubatietijdperk, waarin de weinige bacteriën zich vermeerderen en het lichaam tevens gelegenheid heeft zijne krachten te verzamelen op dat punt, om weerstand te kunnen bieden aan den aanval en hem glansrijk af te slaan. Ofschoon wij op dit oogenblik nog ver verwijderd zijn van het punt om alle krachten, welke het lichaam in dezen strijd te zijner beschikking heeft, te kunnen overzien, toch zijn

wij in staat ons nu reeds eene voorstelling te maken van sommige zijner strategische methoden, om den indringenden vijand schaakmat te zetten.

Vooraf zij opgemerkt dat de meeste bacteriën niet in staat zijn te groeien in het dierlijke of menschelijke lichaam; de honderden soorten welke aan de bacteriologen bekend zijn vinden voor verreweg het grootste deel in de levende weefsels voorwaarden, welke met hunne levenswijze zóó lijnrecht in strijd zijn, dat hun bestaan daar geheel onmogelijk is.

Hoe uitstekend ook vleesch en bloed van het doode lichaam voor hen zijn, zoo nadeelig werkt het op hun groei wanneer het lichaam nog leeft en dan zijn vernietigenden invloed op hen kan uitoefenen. Die weinige soorten echter welke daarvan geen nadeel ondervinden, en de groep der pathogene bacteriën vormen, zijn alleen in staat daar te leven en zich te vermenigvuldigen en de ziekte te voorschijn te roepen. Het feit dat de groote meerderheid der bacteriën niet kan tieren in het levende organisme, toont zoo duidelijk mogelijk dat er in die levende weefsels toestanden moeten bestaan, welke de existentie der bacteriën uitermate bemoeielijken, en er dus ook geen twijfel mogelijk is, dat deze toestanden het lichaam in staat stellen aan een aanval der pathogene bacteriën met gevolg het hoofd te kunnen bieden.

Welke zijn dan die krachten tegen deze indringers in het veld gebracht?

Naar het zich laat aanzien schijnt de geheele strijd zich te richten op de productie van vergiften en tegengiften. Op dit oogenblik schijnt het een onloochenbaar feit te zijn, dat het eerste middel van het levend organisme, om de bacteriën te verdrijven daarin bestaat, hen als 't ware te overgieten met zekere vergiften welke hen in hun groei belemmeren. In het bloed en de lympe van mensch en dier komen zekere producten voor, welke een direct vernietigenden invloed op den groei der mikroorganismen uitoefenen, zooals verschillende proeven in die richting ondernomen, ontwifelbaar bewezen hebben. Welke die stoffen zijn en hoe hunne samenstelling is, weet tot op dit oogenblik nog niemand, maar hunne doodelijke eigenschap voor de bacteriën is bekend. Men heeft hen genoemd Alexinen en gevonden dat zij in het levende weefsel gevormd worden, op welke wijze die vorming plaats heeft ligt nog in het duister. Met behulp dezer Alexinen kan het lichaam den groei van de meeste bacteriën in zijne weefsels tegengaan, omdat zij als het ware als antiseptische middelen werken, zoodat de gewone bacteriën daarin dus evenmin kunnen leven, als in elke andere vloeistof welke een of ander vergif bevat. Mocht dus ook al de eene of andere soort, welke overal in de natuur voorkomt in melk, water, lucht enz. en daar op organisch dood voedsel welig tiert, er in slagen in de weefsels te dringen, dan wordt haar terstond een halt gebo-

den door deze alexinen welke hen vernietigen ; zulke soorten kunnen dus nooit pathogeen worden en het lichaam nadeel berokkenen. Het ligt nu voor de hand dat slechts die weinige soorten, welke in staat zijn dezen eersten aanval der alexinen te weerstaan, vasten voet in het lichaam kunnen krijgen, om daarna zich te vermenigvuldigen en hun nadeeligen invloed te doen gelden. Zij vormen de groep der pathogene bacteriën.

Nu doet zich terstond de vraag voor, op welke wijze zij dan in staat zijn den verderfelijken invloed te kunnen keeren, welke de andere bacteriën terstond vernietigt ? Beide groepen vinden toch in het bloed deze alexinen en voor beide zijn die stoffen nadeelig, alhoewel in verschillende mate ; de pathogene soorten schijnen deze alexinen te neutraliseeren door de afscheiding van tegengiften.

Terloops zij hier opgemerkt dat de voorstelling der zaak, zooals zij hier gegeven wordt, eene zuiver hypothetische is, omdat men tot op dit oogenblik noch de Alexinen noch de door de pathogene soorten afgescheiden stoffen, welke eene tegenovergestelde werking uitoefenen, experimenteel heeft kunnen aantoonen ; de in de vorige zinsneden voorkomende termen vergiften en tegengiften, gelieve de lezer dus cum grano salis op te vatten. Dat alles neemt intusschen niet weg, dat door deze hypothese een vrij goed inzicht in de zaak verkregen wordt. Die stoffen

welke men zich voorstelt dat door de pathogene bacteriën worden geproduceerd om de hun zoo nadeelige Alexinen te neutraliseeren heeft men *Lysinen* genoemd; deze zijn dus voor ons nog even raadselachtig als de Alexinen. Is nu eenmaal het schadelijke effect der Alexinen voor de Lysinen opgeheven, dan staat er aan de bacteriën niets meer in den weg om zich verder in het lichaam te kunnen vermenigvuldigen, en te beginnen met de productie hunner stofwisselingsproducten, de voor het lichaam zoo verderfelijke Toxinen waaraan het ziekteproces, dat dan optreedt, zijn ontstaan te danken heeft. We zien dus dat volgens de gegeven voorstelling de pathogene soorten zich van de niet pathogene onderscheiden door het vermogen Lysinen te kunnen produceeren.

Maar al kunnen de bacteriën ook den weerstand der Alexinen overwinnen, daarom is het lichaam nog niet geheel weerloos aan hen overgeleverd, want dan blijft nog een middel tot verdediging aan het lichaam over om hun verder voortdringen te beletten, dat in werkzaamheid zeker niet achterstaat bij het vorige, het misschien wel overtreft. Dit verdedigingsmiddel bezit het lichaam in den vorm van eene menigte levende cellen welke uit protoplasma bestaan, en in het bloed en de lympe voorkomen; zij dragen den naam van witte bloedlichaampjes of Leukocyten. Het zijn cellen welke in staat zijn hun vorm te veranderen, en bewegingen uit te voeren door

het uitzenden van fijne draden bestaande uit protoplasma en Pseudopodien genoemd; daardoor kunnen zij zich ook verwijderen uit de bloedbaan, waar zij zich gewoonlijk ophouden. Vaak ziet men, bij beschouwing onder het mikroskoop, dat zij in hunne lichaamssubstantie zeer kleine voorwerpen hebben opgenomen, met het doel deze voor het lichaam prikkelende objecten op te ruimen, door hen op de eene of andere plaats af te zetten of wel geheel naar buiten te brengen. En aangezien de bacteriën nu voor het lichaam als zulke vreemde voorwerpen beschouwd moeten worden, trachten zij ook deze bij hun aanval zoo spoedig mogelijk onschadelijk te maken, door hen als 't ware geheel op te nemen en uit de bloedbaan te brengen. Men ziet dan ook gewoonlijk op die plaats van het lichaam, waar de bacteriën binnendrongen, eene groote opeenhooping van Leukocyten, welke daar heen gelokt worden, naar het schijnt, door sommige stoffen, welke door de bacteriën worden afgescheiden; een verschijnsel dat bij de bacteriën zelf ook wordt waargenomen en met den kunstterm Chemotaxis ⁽¹⁾ wordt aangeduid.

Uiterlijk is deze opeenhooping van Leukocyten op eene bepaalde plaats reeds waar te nemen

(1) Zoo worden vrije cellen enz. ook aangelokt door eene bepaalde temperatuur, welke voor hun groei bijzonder geschikt is, men spreekt dan van Thermotaxis, of wanneer er stoffen, voor hunne voeding zeer voordeelig, in het spel zijn van Trophotaxis.

omdat daar het verschijnsel optreedt dat in 't dagelijksch leven ontsteking genoemd wordt. Dat die bloedlichaampjes een zeer werkzaam aandeel in den strijd nemen kan als vaststaande beschouwd worden, alleen omtrent de wijze waarop dat plaats heeft, bestaat nog eenig verschil van opinie. Sommigen zijn de meening toegedaan dat zij de bacteriën, zonder vorm van proces geheel opnemen in het protoplasma en vervolgens verteren, welke voorstelling aanleiding gegeven heeft tot de theorie der Phagocytose en waarom de leukocyten ook den naam Phagocyten verkregen. In de laatste jaren is echter die voorstelling, welke aan beknoptheid niets te wenschen overlaat, toch gaandeweg eenigszins gewijzigd, zoodat het proces meer en meer het karakter kreeg van chemischen aard te wezen. In tegenstelling met de vorige zienswijze waarbij de levende bacteriën werden opgenomen meenen sommigen thans dat er nog een bedrijf aan die opname voorafgaat n.l. dat door de Leukocyten, welke zich ophoopen rondom de indringende bacteriën, uit hun protoplasma stoffen afgescheiden worden, welke doodelijk werken op de mikroörganismen; stoffen dus wier effect met dat der Alexinen overeen komt, en welke met deze gecombineerd optredende, den groei der bacteriën spoedig geheel belemmeren. Duidelijkheidshalve zij hier opgemerkt dat de processen welke hier achter elkander voorgesteld worden, feitelijk naast elkander loopen, zoodat de steeds in het bloed voorhanden

Alexinen hunne werking kunnen paren aan die der producten door de Leukocyten afgescheiden. Worden de bacteriën overwonnen, dan worden zij door de witte bloedlichaampjes opgenomen, en na overgang in den bloedstroom op de eene of andere plaats afgezet om van daar verwijderd te worden uit het lichaam. Maar dikwijls worden van de Leukocyten ook vele gedood en hoopen zich op om in den vorm van etter door de huid heen geëlimineerd te worden.

Blijven dus in dezen strijd de Leukocyten heer en meester van het slagveld dan merkt het individu van den aanval weinig of niets; is zich meestal niet eens bewust aan welk gevaar het bloot gestaan heeft.

Maar het geval kan zich ook voordoen dat de bacteriën de overhand behouden, door dat zij zich zoo snel vermenigvuldigen dat de Leukocyten geen weerstand kunnen bieden en deze zelfs verdreven worden door afscheidingsproducten der bacteriën. Want, ofschoon de witte bloedlichaampjes, zooals we hierboven vermeldden, gewoonlijk worden aangetrokken door producten der bacteriën, (positieve Chemotaxis) gebeurt het toch ook dat sommige soorten andere stoffen produceeren, welke hen afstooten (negatieve Chemotaxis). Zij kunnen zich dan onbelemmerd voortplanten en over het geheele lichaam in alle weefsels verspreiden, met al de nadeelige gevolgen voor het individu daaraan verbonden.

Uit het boven aangehaalde zien we dus dat

het lichaam op verre na niet hulpeloos staat tegenover eene bacteriëninvasie, doch integendeel een krachten weerstand kan bieden. Nog eens zij hier herhaald, dat de gegeven voorstelling op verre na niet eene experimenteel bewezen is; integendeel er is nog veel wat duister is, doch wanneer we in 't oog houden dat het geheele onderwerp eerst in de laatste jaren meer nauwkeurig is bestudeerd geworden, kan ons dat niet verwonderen; de toekomst zal misschien veel verandering brengen in die hypothese, zoodra de bacteriologen over meer feitenkennis beschikken dan thans het geval is, doch in hoofdzak kunnen we ons thans toch wel overtuigd houden van hare juistheid.

In 't kort samengevat heeft het lichaam dus verschillende zeer werkzame middelen te zijner beschikking, om den groei der meeste bacteriën in zijne weefsels te beletten. Die middelen bestaan eensdeels uit vergiften door het lichaam afgescheiden, de Alexinen, anderdeels uit speciale levende cellen, de Leukocyten of Phagocyten, waarvan we de juiste werking tot op dit oogenblik nog niet weten, doch slechts vermoeden.

Omdat nu deze krachten aan het individu eigen zijn zullen zij daarmede ook variëren m. a. w. zal hunne grootte afhankelijk zijn van den algemeenen toestand waarin zich het individu bevindt. Eene stevige gezondheid, een lichaam dat goed doorvoed, sterk en krachtig is, zal natuurlijk de beste kansen opleveren om met suc-

ces een bacteriënaanval af te slaan, terwijl een verzwakt gestel, door ziekte of onvoldoende voeding, de minste kans zal hebben. Of iemand zal aangetast worden door eene bacteriënziekte, hangt dus niet enkel af van de twee voorwaarden 1^o of hij zich blootstelt aan besmetting, en 2^o of de bacteriën binnen het lichaam kunnen dringen, maar is daarop van minstens even sterken invloed of zijn lichaam in zoo goeden welstand verkeert dat het in staat is de noodige hoeveelheid Alexinen en Phagocyten te kunnen produceeren, om een eventueelen aanval terstond te kunnen afslaan. En moge er reeds veel gewonnen zijn door verbetering der hygienische toestanden om een aanval te voorkomen, toch mag niet over het hoofd gezien worden, dat, bij het open blijven der kans daarop, van evenveel gewicht is, het bezit van een krachtig lichaam dat op alles voorbereid is.

3^o. *Het weerstandsvermogen van het lichaam gedurende het ziekteproces.*

Hoe groot de weerstand ook moge zijn welke het lichaam kan bieden aan de bacteriën, door de zoo even geschetste hulpmiddelen, toch blijkt het vaak dat hij nog onvoldoende is, en de mikroörganismen in den strijd de overhand behouden. Zij krijgen dan vasten voet, kunnen zich onbelemmerd vermenigvuldigen en van het geheele lichaam bezit nemen. Zoodra zij talrijk genoeg worden, en hunne afgescheiden vergiften allengs zich beginnen op te hoopen, bespeurt

men hun verderfelijken invloed, de Incubatieperiode is dan voorbij en de ziekte breekt uit.

Meer en meer ziet men haar verergeren, tot dat een zeker hoogtepunt bereikt wordt, dat met den naam Crisis wordt aangeduid; dan ziet men haar of langzamerhand verminderen en genezing intreden, of wel wanneer de vergiftiging zeer hevig is, een doodelijk verloop nemen. Als van zelf dringt zich thans de vraag aan ons op waarom eene dergelijke ziekte niet steeds doodelijk verloopt? Wanneer eenmaal de bacteriën het lichaam in hunne macht gekregen hebben, waarom vermenigvuldigen zij zich dan niet zoo sterk en produceeren zij niet eene zoo groote hoeveelheid vergif dat het leven onherroepelijk wordt vernietigd? Een zoo noodlottig verloop wordt wel is waar vaak waargenomen, doch in verreweg de meeste gevallen, treedt genezing in, zoodat de gevolgtrekking voor de hand ligt, dat er nog meer middelen aan het lichaam ten dienste staan eene infectieziekte te boven te komen.

Hoe verzwakt het ook moge zijn tengevolge der vergiftiging, en hoe zeer het lijdt onder de ziekte, toch geeft het den strijd niet op, maar bereidt zich langzamerhand voor op een nieuwen aanval op de indringers. Men ziet dan dat zij na een tijd lang zich onbelemmerd te hebben vermenigvuldigd langzamerhand in hun loop gestuit worden; hunne kracht neemt af, hun aantal vermindert en eindelijk worden zij geheel

uit het lichaam verdreven. Ook van dit weerstandsvermogen, van het lichaam weten we nog uiterst weinig. Alleen heeft men uit ervaring gezien, dat na genezing hetzelfde in hooge mate vermeerderd is, soms zelfs zoo dat de patient onvatbaar geworden is voor dezelfde ziekte wat men aanduidt met den kunstterm „immuun.” Die immuniteit kan van blijvenden aard zijn voor lange jaren of zelfs voor het geheele leven, zooals men b.v. ziet na het doorstaan van Roodvonk, of zij kan slechts tijdelijk zijn zooals bij Diphtherie; eene zekere mate van immuniteit wordt echter steeds verkregen. Dit weerstandsvermogen tegen den verderfelijken invloed der bacteriën schijnt eerst op te treden en verhoogd te worden gedurende het ziekteproces, en zoo het slechts groot genoeg wordt, de parasieten te vernietigen eer zij den dood veroorzaakt hebben, zoodat dan genezing volgt. Van welken aard deze weerstand is, kan nog niet met voldoende zekerheid verklaard worden; alleen schijnt dit vast te staan, dat de cellen van sommige weefsels van het lichaam in verschillende ziekten de eigenschap hebben stoffen te produceeren, welke als tegengift werken op de vergiften door de bacteriën afgescheiden. Die tegengiften worden genoemd Antitoxinen. Zij zijn specifiek voor elke ziekte en worden daarnaar nader aangeduid. In het geval b.v. dat een patient lijdt aan Diphtherie, wordt in het lichaam door de bacteriën het Diphtherie-toxine geproduceerd,

wat de oorzaak der opgemerkte ziekteverschijnselen is; na verloop van een zekeren tijd scheiden dan de cellen in het lichaam het tegengift af dat de werking der toxine opheft. Dit tegengift is geïsoleerd uit het bloed van dieren en menschen, welke juist eene zoodanige ziekte te boven zijn gekomen, en wordt genoemd Diphtherie Antitoxine, waarop we later nog terugkomen.

Maar hiermede is het genezingsproces nog niet volledig verklaard. Immers de afgescheiden Antitoxine doet niets meer dan de werking der toxine neutraliseeren; maar bovendien neemt men waar dat de bacteriën tevens ook verdreven worden, er moet dus nog een andere factor in 't spel komen, welke deze macht bezit, en juist daarin ligt het duistere punt, waarvan nog geene verklaring kan gegeven worden.

In het voorafgaande hebben we in ruwe omtrekken getracht den lezer eene voorstelling te geven van den tegenwoordigen stand van het vraagstuk der infectieziekten. Natuurlijk zullen de verschillende zich voordoende gevallen onderling zeer groote verscheidenheid vertoonen en is geen algemeen geldende regel vast te stellen. Zoo hebben we reeds vroeger gezien dat de verschillende bacteriën, niet alleen wat de plaats betreft waar zij zich in het lichaam nestelen, en de wijze waarop dat geschiedt zich van elkander onderscheiden, maar ook in de soort vergift, welke zij afzonderen en de daarmede gepaard

gaande intoxicatie-verschijnselen. Verder kan er groote verscheidenheid opgemerkt worden in den aard en het verloop der ziekte, naarmate de diersoort welke door het organisme aangetast wordt; zelfs zijn er organismen bekend, welke standvastig aan eene bepaalde diersoort gebonden zijn. Zoo kent men sommige, welke alleen bij den mensch voorkomen, andere welke bij den mensch en eenige dieren gevonden worden, nog andere welke alleen bij dieren doch niet bij den mensch zijn aangetroffen. Zoo kent men eene soort, welke alleen in de veldmuis, doch niet in de gewone muis kan leven; sommige zijn alleen schadelijk voor paarden of voor gevoelte, of voor warmbloedige zoogdieren enz. enz.

Bovendien heeft men van alle soorten opgemerkt, dat zij op verschillende tijdstippen een groot verschil in hunne ziekmakende kracht kunnen openbaren, m. a. w. meer of minder virulent kunnen zijn. Kortom, er worden zooveel variaties bij hen waargenomen, dat er geene algemeen geldende wetten vastgesteld kunnen worden, welke op alle zonder uitzondering toepasselijk zijn en het dus ook wel een hopelooze onderneming is, een algemeen geldende methode te willen zoeken, om zich tegen hen te vrijwaren of om hen te verdrijven.

AANHANGSEL.

BESMETTELIJKE ZIEKTEN WELKE VEROORZAAKT WORDEN DOOR ANDERE ORGANISMEN DAN BACTERIËN.

Behalve de in de vorige hoofdstukken genoemde ziekten, kent men nog eenige andere, welke in hunne wijze van voorkomen en hun verloop zóó sterk aan door bacteriën veroorzaakte infectieziekten herinneren, dat men een tijd lang ook bepaald deze organismen als de oorzaak er van beschouwde, tot dat ten slotte een nauwgezet onderzoek de ware oorzaak aan 't licht bracht. Sommige dezer parasieten zijn gebleken evenals de Bacteriën tot de klasse der Zwammen te behooren, meer bepaald tot de Draadzwammen, terwijl andere herkend zijn als behorende tot het dierenrijk en wel de eenvoudigste representanten er van, de Protozoen. Van elk dezer zullen we een paar voorbeelden aanhalen, welke zeker op algemeene belangstelling kunnen rekenen, en daarvoor met een voorbeeld van dierlijke parasieten beginnen, nl. de

Malariakoorts, de geesel der tropische gewesten, welke vooral in de nabijheid van moerassige streken, voor den Europeaan als voor den inboorling een ware plaag kan zijn; soms zelfs worden de grootere dieren er door aangetast. In de koelere klimaten komt zij zeldzamer voor, daar de meeste beschaafde landen, onder die kringen liggende, door hunne betere hygienische toestanden, den bodem in zoo'n toestand gebracht hebben, dat de ziekte er geen vasten voet houden kan, want, zooals gezegd, komt zij voornamelijk daar voor, waar de bodem slecht gedraineerd is en door stagnatie van het grondwater in een moeras verandert; zoo heeft men zelfs plaatsen, vroeger vrij van malaria, zien besmet worden met de ziekte, door het aanvoeren van veel water, o. a. in Algiers, waar zij, door den aanleg van drie artesische putten, ontstond, op een plaats diep in de Sahara woestijn gelegen.

Reeds sedert de oudste tijden bekend, maakte zij voortdurend een punt van studie uit voor de geneeskundigen; men schreef haar langen tijd toe aan de giftuitwasemingen van den bodem, aan Miasma's, totdat de bacteriologie hare intrede deed in de geneeskunde en daarmede ook de jacht op den malaria bacillus begon.

Eindelijk meende men het organisme gevonden te hebben, in een staafjes bacillus doch al ras bleek, dat deze ontdekking, evenals zoo vele andere op bacteriologisch gebied, op eene vergissing berustte, totdat ten slotte in het jaar 1880

Laveran voor het eerst de waarneming deed, dat een dierlijke parasiet de oorzaak is, welke behoort tot de groep van eencellige dieren, welke den naam Amoeben draagt, volgens anderen echter zou hij tot de Gregarinen behooren — eene klasse van dieren welke in ontwikkeling iets hooger staan dan de vorige. Omdat dit organisme buiten het lichaam nog niet gekweekt is geworden, is zijne ontwikkelingsgeschiedenis nog niet geheel bekend; voor zoover de tegenwoordige stand der wetenschap het toelaat, zullen we een korte beschrijving er van trachten te geven.

Waar de parasiet in de natuur gevonden wordt en op welke wijze hij in het lichaam binnendringt, ligt nog in 't duister; ook alweer omdat men hem nooit in andere stoffen ontdekt heeft. Alleen schijnt met eenige zekerheid het drinkwater als drager beschouwd te kunnen worden, ofschoon ook de lucht als transportmiddel moet gelden, want reeds de Ouden wezen op de „vergiftige uitwasemingen” van den bodem.

Eenmaal in het lichaam, geraken de parasieten spoedig in den bloedsomloop en kiest elk organisme een rood bloedlichaampje uit, waarin hij zich nestelt. Zie fig. 24 *a*. Hierin groeit de parasiet spoedig, tot dat hij het geheele bloedlichaampje vult, fig. 24 *b*, *c*, waarbij men tevens opmerkt, dat de massa, waaruit hij bestaat, een gegranuleerd aanzien verkrijgt, tengevolge van eene pigmentvorming. Daarna ziet men het geheele organisme zich in verschillende sectoren verdeelen,

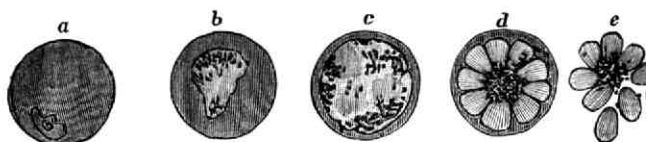


Fig. 24. Malaria parasiet. Bij *a* kort na het indringen in het roode bloedlichaampje, *b* verdere ontwikkeling, *c* de parasiet vult het geheele bloedlichaampje en treedt frgmentvormend op, *d* deeling van de parasiet in segmenten, *e* na vernietiging van het roode bloedlichaampje wordt de parasiet vrij en vallen de segmenten uit elkander.

fig. 24 *d*, welke eindelijk uit elkander vallen en uit het bloedlichaampje treden. Deze deelen, sporen genaamd, fig. 24 *e*, blijven een tijd lang in den bloedstroom rondzwemmen, waarna elk weder een rood bloedlichaampje binnen dringt, om daarin hetzelfde proces te herhalen, dat zoo-doende herhaalde malen achter elkander zich voordoet. Het is gemakkelijk in te zien, dat een aanzienlijk aantal parasieten en een lang aanhoudend verblijf in den bloedstroom eene totale vernietiging der bloedcellen ten gevolge zal hebben en het leven ernstig bedreigd wordt, zoodat ten slotte de dood zeker intreedt. In verband met de wordingsgeschiedenis van den parasiet, staat het typische kenmerk der malaria, nl. het intermitteren der koorts, d. w. z. dat er op koortsperioden koortsvrije volgen, welke dus met elkander afwisselen. Immers, wanneer de koorts haar hoogste punt bereikt heeft, dat is op het oogenblik dat de sporen uit de bloedlichaampjes te voorschijn treden en vrij rondzwemmen, begint zij langzamerhand te verminderen omdat de sporen dan weder een nieuw bloedlichaampje

opgezocht hebben, en zoolang zij daarin hun groei voortzetten, het lichaam bevrijd blijft van den koortsaanval, tot de dan volgende Sporulatie. Er schijnen nu van dezen parasiet eenige soorten te bestaan welke zich onder elkander alleen onderscheiden door den tijd waarin zij hunne ontwikkeling ten einde brengen. Zoo heeft de eene twee dagen noodig om zich in eene bloedcel te nestelen en weder tot sporen uit elkaar te vallen, die soort heet Tertiaan-parasiet, terwijl een andere daarvoor drie dagen vereischt, de z. g. n. Quartaan parasiet. In het eerste geval heeft het lichaam dus na elken koortsdag twee koortsvrije dagen, in het tweede drie vrije dagen. Zoodra echter eene besmetting heeft plaats gehad met beide parasieten is het verloop der koorts onregelmatic, omdat op het oogenblik dat de tweede nog opgesloten is in de bloedlichaampjes de eerste uitbreekt, dus koorts optreedt, en als deze verdwenen is, eene nieuwe koortsperiode aanbreekt door het uittreden der sporen der tweede soort. Eene zelfde onregelmaticheid kan men waarnemen, wanneer het bloed slechts met eene parasietensoort besmet is, doch in verschillende ontwikkelingsstadiën, zoodat achter elkan- der verschillende broedsels vrij komen.

Gelukkig staat de mensch niet geheel machteloos tegenover deze verderfelijke wezens, welke in korten tijd het krachtigste lichaam kunnen sloopen; zij schijnen uiterst gevoelig te zijn voor Chinine, waarvan eene zeer kleine hoeveelheid

reeds doodelijk voor hen is; hierop berust dan ook de hooge geneeskrachtige waarde der Chinine tegen Malaria-parasieten. Aangezien deze, zoolang zij nog in de bloedcellen besloten zijn, weinig hinder hebben van deze stof, heeft de arts slechts te zorgen, door nauwkeurige observatie, juist het oogenblik te treffen voor de toediening der Chinine, dat deze in den bloedstroom circuleere wanneer de sporen uitbreken en dan terstond er door gedood worden. Eene kleine hoeveelheid op het rechte oogenblik gegeven, heeft meer nut dan groote quantiteiten op tijden dat geen enkele parasiet vrij in den bloedstroom te vinden is.

In een opzicht vertoont de Malariaziekte een voornaam verschil met alle andere infectieziekten, n.l. dat de organismen welke haar veroorzaken, niet op de eene of andere wijze door het lichaam worden afgescheiden hetzij met secretie- of excretieproducten, en van hieruit hun weg naar een ander individu nemen. Van daar dat zij niet besmettelijk is. Wel is de mogelijkheid niet uitgesloten, dat zij door den beet of steek van insecten, zooals muggen bv. zou kunnen overgebracht worden van den eenen mensch op den anderen. Wanneer nl. een mug een malarialijder eenig bloed onttrekt door een steek waarbij aan de monddeelen steeds eenige bloedlichaampjes blijven hangen, en spoedig daarop eene tweede gezond individu een steek toebrengt, en daarmee de besmette bloedlichaampjes onder de

huid voert, dan kunnen, na opname in den bloedstroom, de zich daarin bevindende ontwikkelingsvormen van den parasiet, ongestoord verder groeien, om eindelijk na de Sporulatie vrij te worden, en aan de ziekte verdere uitbreiding geven. Sommigen zijn zelfs zoo ver gegaan de muggen als tusschen-gastheer te beschouwen, waarin zich de parasieten zouden ontwikkelen tot op zekere hoogte, en daarna in het menschelijk lichaam eerst geheel volkomen worden. Intusschen is deze wijze van overbrenging in de praktijk nog niet waargenomen, zelfs niet bij opzettelijk genomen proeven in die richting.

Behalve dit mikroskopisch diertje, dat bepaald eene ziekte teweeg brengt, heeft men nog eenige andere gevonden, ook tot dezelfde afdeeling der Amoeben behoorende, van welke met zekerheid gezegd kan worden, dat zij in verband staan tot een ziekte-proces, waarvan de *Amoeba coli* een voorbeeld is. Deze vindt men, vooral in warmere klimaten, in den darm van Dysenterielijders bij duizenden, terwijl gezonde personen hen niet beherbergen; het directe bewijs door inentingsproeven is echter nog steeds niet geleverd.

Van de hoogere zwammen, en wel meer bepaald de groep der Schimmels worden sommige representanten aangetroffen, als oorzaak van verschillende huid- en haarziekten. Bij hun groei onder de huid zenden zij hunne draadvormige vertakkingen naar alle richtingen uit tot in het

onderhuidsche weefsel, waardoor ontstekingen der huid ontstaan, welke de oorzaak zijn van moeielijk te genezen wonden; tevens veroorzaken zij het uitvallen der haren, daar de wortels aangetast worden, en zijn zij moeielijk te vernietigen wanneer zij eenmaal vasten voet gekregen hebben onder de huid. Het zijn voornamelijk vertegenwoordigers van de geslachten *Oïdium*, *Monilia* en *Actinomyces*, welke als de oorzaak der gemelde ziekten herkend zijn.

METHODEN TER BESTRIJDING DER PARASITISCHE BACTERIËN.

Een der eerste vereischten, tot het bestrijden der besmettelijke ziekten, is natuurlijk dat men alle eigenschappen nauwkeurig bestudeerd heeft van het organisme, dat men als de oorzaak der ziekte heeft leeren kennen, om dan op deze wetenschappelijke basis den weg te bepalen, volgens welchen men de meeste kans zal hebben de verderfelijke werking, dien het op het menschelijk organisme uitoefent, te kunnen paralyseeren. In vroegere jaren berustte de studie en kennis der onderhavige ziekten op zuiver empirischen grondslag en werd er uiterst weinig gedaan met volledige kennis van het betreffende onderwerp, zooals we dat reeds in de Inleiding nader aantoonen. Eerst in de laatste kwart eeuw, sedert de bacteriologie hare intrede deed in de genees-

kunde, werden hare beoefenaren in staat gesteld, met hoop op een goeden uitslag aan de oplossing van vraagstukken te beginnen waarbij de kennis der mikroörganismen eene hoofdrol speelde. Meer in het bijzonder begon men zich toen toe te leggen op de opsporing van middelen om de infectieziekten te voorkomen, z. g. n. preventieve middelen en zoo zij uitgebroken zijn hen te genezen.

Het onderstaande zal den lezer een kort overzicht geven van de resultaten welke de bacteriologie zoowel direct als indirect op dit gebied heeft opgeleverd.

PREVENTIEVE GENEESKUNDE.

Was in vroegere tijdperken het hoofddoel der geneeskunde het ontdekken van methoden, ziekten te genezen, tegenwoordig zoekt zij meer hare kracht in het voorkomen derzelve; deze richting heeft zij eerst in de laatste jaren ingeslagen en is geheel gebaseerd op onze verkregen kennis der bacteriën. Zoo ergens, dan is hier de waarheid van het spreekwoord gebleken „Un homme averti en vaut deux.” Nadat vele van onze besmettelijke en epidemische ziekten van een bacteriologisch standpunt bestudeerd werden, bleek het niet alleen mogelijk de oorzaak op te sporen, maar ook hoe de besmetting plaats greep en bij

gevolg hoe zij vermeden kon worden. Zoo leidde b. v. de studie der bacteriologie in den beginne de geneeskundigen er toe, de Tuberculose voor verdacht te houden eene besmettelijke ziekte te wezen, wat later werkelijk bleek een feit te zijn, en van dat oogenblik af spanden zij al hunne krachten in haar zooveel mogelijk te beteugelen, waarvan men allengs de goede vruchten ziet door den langzamen maar gestadigen achteruitgang van het sterftecijfer. Verder heeft de bacteriologie aangetoond dat bij het woeden eener choleraepidemie een voorname bron der infectie in het drinkwater te zoeken is; en niet-tegenstaande Europa, sedert het bekend worden van dit feit, twee malen door die ziekte bezocht is geworden, heeft zij toch nergens vasten voet kunnen krijgen of aanleiding gegeven tot een ernstige epidemie, behalve op een paar plaatsen, waar de grootste zorgeloosheid op hygienisch gebied heerschte. Het is in de hoogste mate leerrijk het verloop van dergelijke epidemiën in vroegere perioden te vergelijken met dat in de laatste jaren. Toen werden geheele landstreken door haar bezocht en bleven van de inwoners slechts weinigen gespaard, terwijl ze in de laatste jaren beperkt bleef tot slechts enkele op zich zelf staande gevallen, ofschoon zij zich toch in menige stad in Europa vertoonde, behalve in die enkele plaatsen, waar alles wat de bacteriologie ons geleerd heeft, als niet bestaande werd beschouwd.

Niettegenstaande de studie der Hygiëne nog in de kinderschoenen staat, heeft zij toch reeds groote dingen tot stand gebracht. Zij heeft den eersten stoot gegeven aan onze moderne sanitaire maatregelen, tot het bouwen van hospitalen, de behandeling der zieken in isoleerbarakken, om zooveel mogelijk de verdere besmetting door de patienten te voorkomen; zij heeft ons geleerd welke ziekten besmettelijk zijn en op welke wijze de infectie plaats heeft, zoodat tegen eene verdere verspreiding der ziekte kan gewaakt worden. Het beste kan men het groote nut dat zij heeft opgeleverd, afmeten naar het voortdurende afnemen van het sterftecijfer, sedert hare grondbegrippen meer en meer ingang vinden, en naar het feit dat de tegenwoordige epidemiën van veel minder hevigen aard zijn dan in vroegere jaren, en dat veel minder individuen aangetast worden, terwijl vroeger bijna niemand verschoond bleef.

De studie der preventieve geneeskunde omvat verschillende factoren, welke alle ten nauwste samenhangen met de bronnen der infectie en de wijze waarop zij plaats grijpt. Zij zijn in 't kort samen gevat de volgende:

1^o. *Oorzaak der besmetting*. Het is bewezen geworden dat voor alle infectieziekten, de lijders, de hoofdbron voor besmetting zijn en dus altijd daarop het eerst acht geslagen moet worden. Zooals vroeger reeds vermeld werd worden door de patienten de pathogene bacteriën langs den een of anderen weg afgescheiden, 't zij met de

faeces, in sputa, door de huid enz. Wanneer dit feit in 't oog gehouden wordt is het betrekkelijk niet moeielijk voorzorgsmaatregelen te nemen tegen hunne verspreiding.

2^o. *Wijze van verspreiding.* De pathogene bacteriën moeten in de eerste plaats overgebracht worden van de oorspronkelijke bron op een nieuw individu dat er vatbaar voor is. Aangezien zij geene eigen beweging vertoonen, behalve in vloeistoffen, moeten zij dus passief overgedragen worden. Daar zij echter wegens hunne kleinheid zoo gemakkelijk overgebracht kunnen worden op velerlei wijze, zal het onderzoek daarvan ons zeer te stade komen de besmetting tegen te gaan. In de eerste plaats moet dan het opgenomen voedsel als hoofdbron van besmetting genoemd worden, 't zij die plaats greep door waschwater of afvalwater, of door huishoudelijke artikelen welke door lijders gebruikt zijn. Maar in nog hoogere mate is dit het geval met onze dranken, vooral het drinkwater en melk. Uit de genomen proeven is overtuigend gebleken dat het drinkwater eene groote verspreiding van Typhus en Cholerakiemen in de hand werkt, terwijl de melk door hare samenstelling een uitstekenden voedingsbodem oplevert voor ongeveer alle pathogene bacteriën met name Typhus, Tuberculose, Diphtherie, Roodvonk enz. En letten we er op dat melk, door een slijter in tientallen huisgezinnen verkocht wordt, dan kan men nagaan, hoe groot het gevaar is dat een zoo bij uitstek

geschikt transportmiddel voor al de genoemde infectieziekten, kan opleveren.

In de tweede plaats kan besmetting plaats hebben door kleederen, beddegoed of huishoudelijke artikelen van lijders afkomstig, verder door aangetaste dieren, door insecten, en in sommige gevallen, zooals Tuberlose, en misschien ook Roodvonk en Pokken, door de lucht. De kennis van al deze besmettingswijzen kan ons van veel nut zijn voor het ontdekken van de oorzaak van vele ziektegevallen, welke anders geheel onbegrijpelijk zouden blijven.

3^o. *Wijze waarop de bacteriën in het lichaam binnendringen.* In een vorig hoofdstuk werd aangetoond op welke verschillende wijzen de onderscheiden soorten van pathogene bacteriën in het lichaam opgenomen worden, en hoe zij elk op de hun aangewezen plaats terecht moeten komen, om eenige kans te hebben er vasten voet te kunnen krijgen. Daarbij zagen we dat de Typhusbacillus b. v. den mond moet binnendringen om in het darmkanaal te komen en de ziekte te weeg te brengen; dat de Tuberkelbacillus in de ademhalingsorganen moet komen, terwijl de soorten welke bloedvergiftiging veroorzaken, slechts door huidwonden kunnen opgenomen worden. Al deze feiten welke de bacteriologie ons aan de hand deed, toonen ons tevens den weg hoe wij met kans op gunstigen uitslag, aan het besmettingsgevaar kunnen ontkomen; hoe meer zij dus in wijder kring bekend raken, des te minder zal

de kans op infectie worden. De Hygiene leert ons dus wat er van de ziektekiemen wordt, wanneer zij het lichaam van een lijder verlaten hebben; hoe zij nog gedurende langeren tijd in hunne volle kracht blijven, of wel in een of ander medium kunnen blijven voortleven zij het ook in latenten toestand, misschien zelfs er zich in vermenigvuldigen. Zij geeft ons de middelen aan de hand, hoe wij deze kiemen, welke in hinderlaag liggen, om, zoodra de kans schoon is, hun slag te slaan, kunnen vernietigen door de verschillende desinfectiemethoden, vooral door ons er op te wijzen wanneer en hoe wij deze gebruiken moeten. Aan haar hebben wij het te danken dat menige dreigende epidemie reeds in hare geboorte verstikt is door de vernietiging der kiemen, en het gevaar op besmetting bij zeer vele andere tot een minimum is terug gebracht. Wij verkeeren dan ook in vrij wat gunstiger omstandigheden dan het voorgeslacht, dat bij het woeden eener besmettelijke ziekte in stille berusting de dingen die komen zouden moest afwachten, terwijl wij ons terstond tot krachtige tegenweer kunnen aangorden, zoodat epidemiën tegenwoordig slechts een kort bestaan hebben.

Na al hetgeen we hierboven aangestipt hebben omtrent het groote nut der preventieve geneeskunde, zal het wel geen nader betoog behoeven dat de verspreiding van hare kennis in steeds wijderen kring een zaak van het uiterste gewicht is. Want of een persoon ook al hare theoriën in toepassing

brengt, terwijl zijn buurman daarvan onkundig zoo zorgeloos mogelijk is, kan absoluut geen effect opleveren. Elke epidemie welke thans nog de menschen bezoekt is een sprekend bewijs, hoe noodig de groote massa nog onderwezen moet worden in zulke betrekkelijk eenvoudige dingen als de bronnen te kennen waaruit de besmetting voortkomt, hoe de ziektekiemen verspreid worden, en de wijze hoe zij onschadelijk gemaakt kunnen worden.

BACTERIËN IN DE HEELKUNDE.

Op geen enkel gebied kan de bacteriologie op zulke schitterende resultaten wijzen, welke het menschedom zoo direct ten goede zijn gekomen, als in de heilkunde. Van het oogenblik af dat de geneesheeren zich op het doen van operaties hebben toegelegd, hadden zij te kampen met twee moeielijkheden. De eerste was de schok dien het organisme ondervond als gevolg van de operatie, die natuurlijk afhankelijk is van het meer of minder diep ingrijpen, en onvermijdelijk is. De tweede was het optreden van secundaire verschijnselen na de operatie, zelfs al was zij volkomen gelukt, welke bekend stonden onder den naam van wondkoorts, ontsteking, koud vuur, bloedvergiftiging etc., welke zeer vaak den dood van den lijder ten gevolge hadden, niettestaande hij den eersten schok der operatie lang

te boven was gekomen. Die secundaire verschijnselen werden beschouwd als een onvermijdelijk euvel, als een integreerend deel van het heelen der wond. Soms scheen het wel dat naar mate de zorg voor den patient grooter was, de kans op een doodelijk verloop toenam. Den soldaat b.v. welke op het slagveld onder de primitiefste omstandigheden eene operatie onderging en verder in een geïmproviseerd veldhospitaal verpleegd werd, zag men de zwaarste verwondingen doorstaan, terwijl zijn makker, wien het voorrecht (?) te beurt viel in een werkelijk hospitaal behandeld te worden, waar uit den aard der zaak meer zorg voor hem gedragen kon worden, veel lichtere verwondingen met den dood bekoopen moest, tengevolge van het optreden van koudvuur. Al deze feiten waren aan de heekundigen bekend, maar door onbekendheid met hunne oorzaak, stonden zij er machteloos tegenover en waren zij gedwongen bij elke te ondernemen operatie er rekening mede te houden.

Toen door de experimenten was aangetoond dat elke rotting en ontleding van organische stoffen door bacteriën wordt veroorzaakt en door Pasteur bewezen werd dat de bekende ziekte der zijdwormen aan eene bacterie moest toegeschreven worden, begon men te begrijpen dat deze organismen ook hoogstwaarschijnlijk de oorzaak waren der verschijnselen welke na elke operatie optraden, te meer daar beide op verschillende punten groote overeenkomst vertoon-

den. Natuurlijk stonden in den beginne gedurende eene reeks van jaren, nog eene menigte moeielijkheden in den weg om voor die theorie het doorslaande bewijs te leveren, n.l. om de karakteristieke soorten van bacteriën op te sporen welke het een of ander proces veroorzaakten. Maar dat kan ons thans niet verwonderen, wanneer we in het oog houden het geen hier boven gezegd is omtrent dit punt. Daar zagen we immers dat er bij die processen vele soorten van organismen in het spel komen, maar dat tot nu toe geene enkele specifieke soort gevonden is, welke op zich zelf eene bepaalde soort van ontsteking veroorzaakt. Maar toch eer het voldingend bewijs geleverd was, had de praktijk zich de theorie ten nutte gemaakt door het invoeren der antiseptische en later aseptische wondbehandeling.

Antiseptische heilkunde is enkel gebaseerd op het feit aan mogelijk aanwezige bacteriën in de nabijheid der wond het binnendringen daarin te beletten, door deze met kiemdoodende middelen te omgeven. En uit de feiten is gebleken dat de theorie juist was, want na hare toepassing met al de aangebrachte verbeteringen, beginnen de wonden te heelen zonder eenig nevenverschijnsel van ontsteking enz. zooals dat vroeger plaats had, toen de bacteriën nog vrijen toegang hadden; meer en meer heeft zich die wijze van wondbehandeling eene plaats veroverd in de geheele wereld, niettegenstaande den heftigen

weerstand welke zij in den beginne ondervond. Maar van dat oogenblik af werd er door de chirurgen ook meer en meer gelet op de herkomst der wondbacteriën om zooveel mogelijk te trachten hen geheel buiten te sluiten. Aanvankelijk dacht men dat het voornamelijk de lucht was, welke het grootste contingent leverde, doch het bleek spoedig dat deze slechts eene kleine minderheid der schadelijke kiemen bevat. Daarna werd de aandacht gevestigd op de instrumenten welke gebruikt worden, de handen, kleederen enz. van den operateur, sponzen en verbandstoffen welke met de wond in aanraking komen, de huid van den lijder enz. Al deze punten moeten in het oog gehouden worden, omdat de bacteriën overal tegenwoordig zijn en slechts de gelegenheid afwachten om in de wond te geraken. Daarvandaan dat men van lieverlede er toe overging alles wat maar eenige kans op besmetting aanbood te verwijderen of te steriliseeren. Zodoende ontstond de tegenwoordige Aseptische wondbehandeling, te meer daar het op den duur bleek dat de stoffen, welke als desinfectiemiddelen in de verbandstoffen en op de wondvlakten dienst deden, vaak ongewenschte prikkelingen zelfs vergiftigingen veroorzaakten. Bij de antiseptische methode worden dus de aanwezige bacteriën gedood, bij de aseptische worden zij geheel geweerd, zoodat het dooden niet noodig is en het lichaam geen hinder ondervindt van de daartoe aangewende chemicaliën. Het resul-

taat van dit alles heeft begrijpelijkerwijze een geheel omkeer in de operatieve heilkunde te weeg gebracht. De secundaire verschijnselen van vroeger zijn thans geheel verdwenen, zoodat hun optreden een bewijs is van zorgeloosheid van den operateur. De chirurg van den tegenwoordigen tijd weet dat hij, door de noodige voorzorgsmaatregelen te nemen, niets anders behoeft te duchten dan de operatie zelf, en volstrekt geen rekening heeft te houden met naderhand optredende wondkoortsen, koudvuur enz. welke het opkomen van den patient twijfelachtig zouden maken; men kan zeggen dat bij de hedendaagsche wijze van opereeren de heilkundigen ternauwernood weten wat al die infectieziekten zijn.

En daar zij die secundaire processen niet meer te vreezen hebben zijn zij hoe langer zoo stoutmoediger geworden. Operaties waaraan zij vroeger niet durfden denken worden thans zonder eenige aarzeling ondernomen; het openen der buikholte b.v. welke vroeger als bijna onmogelijk geacht werd, ten minste voor zoo levensgevaarlijk gold, dat zij slechts als laatste redmiddel werd aangezien, wordt thans ternauwernood als iets van belang beschouwd. Zelfs de opening der schedelholte wordt meer en meer in praktijk gebracht. Er is wel eens beweerd geworden, dat de chirurgen, zich sterk voelende door hunne tegenwoordige wijze van opereeren, misschien wel wat te zeer in het andere uiterste vervallen zijn en soms wel wat te vlug met het

mes bij de hand zijn. Maar hoe dat ook zij, de groote diensten welke zij aan het menschedom bewezen hebben door hunne kunst, kunnen moeielijk overschat worden, wanneer men nagaat hoeveel lijden zij verzacht of zelfs voorkomen, en hoeveel menschenlevens zij gered hebben alleen door hunne aseptische operatiemethoden.

HET VOORKOMEN VAN ZIEKTEN DOOR INENTING.

Op blz. 170 werd reeds gesproken over de Immuniteit of onvatbaarheid welke het lichaam verkreeg voor een tweeden aanval eener bacteriënziekte wanneer het die eens had doorstaan, hoewel de immuniteit, wat haren duur en omvang betreft, tusschen wijde grenzen schommelen kan. Zoo zijn er ettelijke ziekten waar van immuniteit ternauwernood sprake kan wezen b.v. de Tuberculose, terwijl zij bij andere van zeer langen duur en grooten omvang kan zijn, zooals bij Pokken en Roodvonk. Bovendien is zij veranderlijk met het individu; terwijl sommige personen eene zeer groote onvatbaarheid schijnen te verkrijgen, door eens eene ziekte te boven te komen, verdwijnt zij bij anderen vrij spoedig, zoodat zij gemakkelijk een tweede maal aangeast worden. Niettegenstaande dat, kan het bestaan van zoodanige onvatbaarheid niet geloofchend worden; zeer waarschijnlijk heeft de genezing van elke infectieziekte tot gevolg dat het

lichaam tot op zekere hoogte gevrijwaard wordt tegen een tweeden aanval. Natuurlijk zal bij die ziekte, waardoor het geheele organisme wordt aangetast, uit den aard der zaak de immuniteit van grooteren omvang en langeren duur zijn dan bij die waar slechts enkele orgaandeelen worden aangedaan. Tuberculose b. v. welke zooals wij vroeger zagen meestal slechts beperkt blijft tot enkele deelen van het lichaam, zal bijna geene immuniteit te voorschijn roepen, terwijl eene ziekte zooals Roodvonk of Pokken, welke zich over het geheele organisme uitstrekt, eene groote immuniteit ten gevolge hebben.

Eene dergelijke beschutting is reeds sedert langen tijd bekend, en werd in vroegere jaren met opzet te voorschijn geroepen, door op tijdstippen, dat de eene of andere besmettelijke ziekte in zeer lichten graad heerschte, zich aan de besmetting vrijwillig bloot te stellen. Men deed dit om voor het geval dat dezelfde ziekte, maar van veel ernstiger karakter, mocht optreden, voor besmetting behoed te worden, omdat het doorstaan eener infectieziekte in lichten graad even goed immuniteit met zich brengt, als wanneer zij een gevaarlijker karakter heeft, moge het dan ook zijn dat de omvang der verkregen beschutting in het eerste geval iets minder groot is dan in het laatste. Maar deze wijze van handelen, welke nog vaak in China gevolgd wordt ten opzichte der pokken, is ongetwijfeld eene zeer gevaarlijke, vooral wanneer de leek zich er aan

gaat wagen te beoordeelen of eene infectieziekte een goed- of kwaadaardig karakter heeft, en moet daarom ten sterkste afgekeurd worden. Daarom wordt van het bovenvermelde feit op eene andere, meer logische wijze partij getrokken, welke veel minder gevaren met zich brengt.

Voor het eerst werd zij toegepast om de menschen tegen de zoo gevreesde Pokziekte te vrijwaren. Bijna twee eeuwen geleden werd door Lady Montagu naar Westelijk Europa eene methode overgebracht welke zij in het Oosten had leeren kennen; daarbij werd door inenting van de pokstof van lijders op gezonde personen, bij dezen de ziekte te voorschijn geroepen; men had n.l. opgemerkt, dat zij dan veel minder gevaarlijk was, dan de van zelf ontstaande. Die methode kreeg den naam van *Variolatie*. Maar sinds het meer en meer bleek dat de mensche-lijke pokken ten nauwste verwant waren aan de koepokken en het doorstaan der laatste, onvatbaarheid voor de eerste met zich bracht, terwijl de laatste een veel minder gevaarlijk karakter dan de eerste had, kwam men er van zelf toe de menschen in te enten met de smetstof der koepokken, *Vaccinatie*, welke operatie Jenner's naam voor altijd onsterfelijk gemaakt heeft.

Deze ontdekking geheel langs empirischen weg, bleef meer dan eene halve eeuw alleen voor die ziekte van toepassing, totdat in de tweede helft dezer eeuw Pasteur, bij zijne onderzoekingen over miltvuur, de idee welke eraan ten grondslag ligt

weder opvatte. En daar intusschen het principe beter begrepen werd, door de opgedane kennis, dan in de dagen van Jenner toen alle proeven op zuivere empirie berustten, was het te voorzien dat zijne experimenten groote kans op een goeden uitslag hadden. Ook bij de miltvuurziekte had hij opgemerkt, dat de weinige dieren welke haar te boven kwamen, voor een tweeden aanval onvatbaar geworden waren. Dit leidde hem als van zelf er toe te trachten eene methode te vinden, waardoor de dieren de ziekte in een lichten graad verkregen, zoodat zij tegen de meer gevaarlijke soort beschermd waren. Intusschen was het geen gemakkelijke taak eene zoo verzwakte smetstof te verkrijgen van deze meestal doodelijk verloopende ziekte. Door slechts enkele bacillen in het organisme te brengen kon het doel nooit bereikt worden, omdat deze zich al spoedig zouden vermenigvuldigen tot een onnoemelijk aantal, er moest dus getracht worden hunne virulentie te verminderen, en Pasteur maakte daartoe gebruik van de methode welke hierboven reeds werd aangehaald (zie pag. 154), n.l. door de bacillen te kweken bij verhoogde temperatuur. Hierdoor werden zij zoo verzwakt, dat zij zonder gevaar bij runderen en schapen konden ingeënt worden; deze dieren kregen dan de ziekte slechts in den lichtsten graad, waarvan zij spoedig herstelden, en toch onvatbaar waren geworden voor den aanval der zeer virulente soort.

Hiermede was de eerste stoot gegeven aan de

later met zooveel vrucht beoefende inentings-techniek; er was voldoende door bewezen dat het mogelijk was, enkel door laboratoriumsmethoden, de smetstof van eene infectieziekte zoo te verzwakken in hare virulentie dat zij een geschikt middel bleek te wezen de dieren tegen eene zoo gevreesde ziekte te kunnen vrijwaren, en wat voor onze huisdieren mogelijk bleek, moest toch ook mogelijk zijn voor de mensche-lijke ziekten; in hunne eerste opwindung zagen de geneeskundigen reeds alle infectieziekten in de toekomst verdwijnen.

Intusschen heeft de methode niet aan de verwachtingen beantwoord, welke men er van koesterde; reeds zeer spoedig rezen er gewichtige bedenkingen tegen eene algemeene toepassing dezer geneeswijze, waaronder in de eerste plaats dient genoemd te worden het vrij groote gevaar dat zij voor den patient oplevert. Wanneer men bedenkt dat de vaccinatie tegen pokken, welke nog de minst gevaarlijke is, somwijlen door onvoorziene omstandigheden een noodlottig gevolg kan hebben, dan ligt het voor de hand aan welk groot gevaar de lijder blootstaat, wanneer op hem geëxperimenteerd wordt met zoo heroïsche middelen, als de pathogene bacteriën zijn, zelfs in verzwakten toestand. In de tweede plaats moet rekening worden gehouden met den onwil van het publiek, dat zich niet gaarne aan den last eener operatie, hoe betrekkelijk klein die ook wezen moge, wil onderwerpen wanneer het

nut, dat zij afwerpt, relatief gering is, omdat het ziekten betreft, welke zelden voorkomen. Bij de vaccinatie tegen de pokziekte bestaat dit gevaar niet, omdat die ziekte zoo veelvuldig voorkomt, zoo gevaarlijk en zoo buitengewoon besmettelijk is, terwijl de gevaren aan de inenting verbonden daartegenover geheel in 't niet verzinken, en de methode proefondervindelijk als geheel deugdelijk gebleken is. Maar zich te laten inenten tegen eene ziekte als b. v. Wondkramp, vond het publiek onnoodig, omdat zij zoo zelden voorkomt, hoe uitstekend die methode overigens ook moge zijn, zooals de proeven op dieren genomen, bewezen hebben. Derhalve zal de aanwending dezer methode wel altijd beperkt blijven tot die ziekten, welke zeer vaak of op gezette tijden wederkeeren, en met ernstig levensgevaar gepaard gaan, zoodat het publiek er meer gereedelijk toe over zal gaan, zich er tegen te laten inenten, omdat het dan meer beducht is op lijfsbehoud.

In de derde plaats is er nog een factor, welke eene algemeene toepassing in den weg staat n.l. dat de aldus verkregen immuniteit van vrij korten duur is; de dieren waarvan hier boven sprake was en tegen miltvuur ingeënt, bleken slechts voor enkele maanden beschut te zijn, zoodat zij, wilde men er absoluut zeker van wezen, herhaalde malen dienden gevaccineerd te worden. Hoe lang de onvatbaarheid voor verschillende ziekten bij den mensch langs dezen weg verkregen, zoude duren is tot op dit oogenblik niet uitgemaakt,

maar naar alle waarschijnlijkheid zoude zij bij hem ook niet voor zijn geheele leven gelden, en valt er dus niet aan te denken, hem alle oogenblikken nu eens voor deze, dan weder voor gene ziekte te immuniseeren.

Van praktische waarde is de methode dus tot op dit oogenblik nog niet geweest. Behalve bij de pokken is zij in de laatste jaren slechts toegepast geworden in Indië tegen Cholera, waarbij haar te stade kwam dat juist daar al de epidemiën zoo hevig woeden en de kans op besmetting zoo groot is, alles het gevolg van de groote achterlijkheid op sanitair gebied waarin die landen verkeeren. De bacteriologen hebben langen tijd gezocht naar eene methode om eene verzwakte entstof te verkrijgen, en naar het zich laat aanzien zijn zij er vrij wel in geslaagd, zoodat de inenting eene even afdoende beschutting oplevert als die tegen Pokken. Of die methode echter ooit in ons werelddeel burgerrecht zal verkrijgen is zeer twijfelachtig, daar Europa met zijne veel betere hygienische maatregelen in staat is eene dreigende Cholera-epidemie af te weren, en het voorkomen eener ziekte is meer waard dan haar te genezen.

Er is nog eene ziekte waartegen de inenting gebruikt wordt al berust zij ook op eene andere basis, n.l. de Hondsdolheid of Watervrees, door de deskundigen met den kunstterm Hydrophobie aangeduid. Ook voor haar geldt wat boven reeds gezegd werd; door dat zij zoo zelden optreedt

zal niemand zich vooraf er tegen laten inenten, maar is hij eens gebeten door een aan de ziekte lijdend dier, dan zal hij wel bereid gevonden worden om elke inenting op zich te laten toepassen, ook de gevaarlijkste, alleen om die vreeselijke ziekte af te wenden. Omdat nu hier de behandeling eerst plaats grijpt nadat de smetstof in het lichaam gebracht is, moest zij dus ook daarop ingericht worden; waarbij haar de gelukkige omstandigheid te stade kwam dat de ziekte een lang incubatietijdperk heeft. De methode door Pasteur gevonden, gaat uit van het feit dat het organisme langzamerhand gewend kan worden aan een of ander vergift, door dit allengs in steeds stijgende doses toe te dienen, waarbij natuurlijk begonnen wordt met eene zóó kleine gift, dat zich slechts zeer lichte intoxicatieverschijnselen voordoen. Hierin ligt nu ook het verschil tusschen deze methode en de vaccinatie tegen pokken, miltvuur, cholera enz. Bij de laatste wordt eene verzwakte smetstof ingevoerd, waardoor de ziekte in lichten graad wordt te voorschijn geroepen en daardoor eene zekere immuniteit verkregen, terwijl bij de eerste het vergif, dat later de symptomen der ziekte veroorzaakt, in steeds stijgende doses wordt ingebracht, zoodat het organisme, op het oogenblik dat de kwaal uitbreekt, reeds aan eene zoo hooge vergiftdosis is gewend, dat het van de dan geproduceerde hoeveelheid geen hinder ondervindt.

Pasteur nam tot dit doel stukjes ruggemerg

van een konijn dat aan de ziekte bezweken was, en waarin het vergift hoofdzakelijk voorkomt; hij verzwakte de kracht er van door het langzamerhand uit te drogen, daar hem bij onderzoek gebleken was, dat door deze behandeling het vergift gaandeweg in sterkte verliest.

Van deze stof, wier werking nauwkeurig gecontroleerd wordt op dieren, worden allengs grootere doses ingespoten, tot het bekende effect bereikt is. En van welk groot nut deze geneeswijze voor de menschheid geworden is, blijkt afdoende uit de jaarlijks verschijnende statistieken door het Instituut Pasteur gepubliceerd. De ziekte welke vroeger ongeneeslijk was, eischt tegenwoordig een zoo gering aantal slachtoffers dat hun aantal nauwelijks 0.2 % bedraagt.

Wanneer we thans nog eens in 't kort vragen, hoe het komt dat het doorstaan van een enkelen aanval eener infectieziekte, immuniteit met zich brengt, dan zien we dat deze eensdeels veroorzaakt wordt door de afscheiding van scheikundige verbindingen welke of de toxinen neutraliseeren of als bacteriën doodende middelen werken, en anderendeels door de directe vernietiging der mikroörganismen door de werking van bijzondere cellen, de Phagocytose. Die invloeden, welke in het eene geval de indringers hebben teruggedreven, zijn nog aanwezig in hun volle kracht om een tweeden aanval derzelfde soort af te slaan. De tijdruimte, gedurende welke zij hunne volle werking kunnen

uitoefenen, geeft derhalve den duur der immuniteit aan.

ANTITOXINEN.

Al de nadeelen welke de methode der vaccinatie tegen besmettelijke ziekten aankleven, en welke in het vorige hoofdstuk ontwikkeld zijn, brachten de bacteriologen er toe te trachten eene andere wijze van beschutting te vinden, welke al de voordeelen maar niet de nadeelen der inenting bezit, en naar de thans reeds verkregen resultaten te oordeelen schijnen zij uitnemend te zullen slagen. Zij gingen daarbij uit van de vroeger reeds vermelde theorie omtrent het weerstandsvermogen van het lichaam tegenover de vergiften welke de bacteriën als stofwisselingsproduct afscheiden (zie pag. 170). Daar zagen we dat er in het organisme zekere celgroepen bestaan welke de eigenschap bezitten eiwitachtige stoffen te kunnen afscheiden die de verderfelijke werking der Toxinen geheel kunnen opheffen de z. g. n. Antitoxinen. De afscheiding van die stoffen in aanmerkelijke hoeveelheid heeft echter alleen plaats wanneer die celgroepen geprikkeld worden door het optreden der Toxinen in den bloedsomloop. Het lag dus voor de hand, wanneer het gelukte in den bloedstroom van een lijder aan de een of andere infectieziekte, eene zekere hoeveelheid dier neutraliseerende stoffen

te brengen, dat het mogelijk zoude zijn hem van de vergiftiging door de Toxinen te redden. De groote vraag was slechts waar vandaan het bloed verkregen moest worden, waarin die Antitoxinen in voldoende hoeveelheid aanwezig waren. Om verschillende redenen kan er van aftappen bij menschen geen quaestie zijn. Er schoot dus niets anders over dan op zoogdieren te experimenteeren, en wel moesten die aan drie voorwaarden voldoen, wilde de methode kans van slagen hebben. 1^o. Moest hun bloed voor den mensch onschadelijk zijn, 2^o. moesten zij zelf vatbaar zijn voor de betrekkelijke ziekte en 3^o. moesten de gevormde Antitoxinen in zoo ruime mate in hun bloed optreden, dat bij inspuiting eener niet al te groote dosis de hoeveelheid voldoende was om de toxinen welke de bacteriën, zelfs bij het hevigste ziekteproces, kunnen produceeren volkomen geneutraliseerd konden worden. Nadat de methode praktisch uitvoerbaar gebleken was voor twee ziekten nl. Diphtherie en Tetanus, bij kleinere dieren werd zij toegepast op den mensch, en werd het paard gekozen om het benoodigde serum te leveren, dat de Antitoxinen bevat. Behalve dat dit dier geheel voldeed aan de drie bovengenoemde eischen had men nog het voordeel, dat het door zijne grootte uitstekend het aftappen van eenige liters bloed kon verdragen, waardoor op eens eene groote hoeveelheid serum kon verkregen worden. De wijze van handelen daarbij is als

volgt : men kweekt Diphtherie of Tetanusbacillen in een vloeibaar cultuur medium, daarin blijven de vergiften door de mikroörganismen afgescheiden opgelost. Na verloop van zekeren tijd als de hoeveelheid Toxine het maximum bereikt heeft, worden de aanwezige bacillen er uit verwijderd door filtratie door een Chamberland-bougie, welke de toxine doorlaat doch de bacillen tegenhoudt. Met de verkregen vergiftoplossing wordt een paard in steeds stijgende hoeveelheid ingespoten tot dat het niet meer reageert, wat men constateert door het uitblijven van temperatuursverhooging in het lichaam. De Toxinen hebben natuurlijk op het lichaam van het dier denzelfden invloed als of het lijdende was aan de ziekte; het reageert er op door afscheiding der neutraliseerende Antitoxinen in zijn bloed, zooals proeven daarmede uitgevoerd, voor en na de inspuitingen, bewezen hebben. Daarna wordt eene aderlating gedaan, het bloed opgevangen en rustig weggezet, waarbij het zich in twee lagen scheidt, eene bovenste heldere vloeibare van lichtgele kleur, het z. g. n. Serum, en eene onderste donkerroode vaste massa, de z. g. n. Bloedkoek. De bovenste heldere laag, het serum, welke de Antitoxinen in oplossing bevat wordt dan voorzichtig afgeheveld, en onder de noodige voorzorgsmaatregelen tegen bederf, in kleine fleschjes gevuld, en op zijne sterkte onderzocht. De wijze waarop dit geschiedt, te beschrijven zoude ons echter te ver voeren.

Dit serum bij lijders aan de betreffende ziekte ingespoten, is dus niet direct een geneesmiddel in den eigenlijken zin van het woord, doch het neutraliseert de geproduceerde toxinen zoodat het lichaam onverzwakt blijft en al zijne kracht kan concentreeren op de andere middelen welke het ten dienste staan, om de bacteriën te verdrijven, en welke in een der vorige hoofdstukken beschreven werden (zie pag. 165).

Het zal wel geen nader betoog behoeven, dat de aldus kunstmatig opgewekte immuniteit niet te vergelijken is met die langs natuurlijke weg verkregen, vooral wat haar duur betreft, en de waarde die zij voor den patient heeft. Immers in het laatste geval wordt zij verkregen door eigen activiteit van het organisme, door dat bepaalde celgroepen geprikkeld worden tot vermeerderde afscheiding der antitoxinen, zoodat met reden verwacht kan worden, dat het lichaam van een tweeden aanval der ziekte verschoond zal blijven, zoolang die celgroepen in staat blijven de antitoxinen in voldoende hoeveelheid af te scheiden.

Bij het invoeren op kunstmatige wijze van die stoffen nemen de aangewezen celgroepen er geen deel aan, zij blijven passief zoodat, wanneer de antitoxinen na verloop van zekeren tijd uit de circulatie verdwenen zijn, gelijk werkelijk gebeurt, het lichaam weder in dezelfde conditie verkeert als voor den bacteriënaanval, die immuniteit is dus zeer vergankelijk, terwijl de eerste van vrij

wat standvastiger natuur is. Daarvandaan dat bij het preventief gebruik maken van Serum, in tijden van dreigende epidemiën, de inspuiting met betrekkelijk korte tusschenpoozen moet herhaald worden. De bereiding van Sera is niet beperkt tot bacteriënziekten, doch kan toegepast worden op alle, door vergiftiging met stoffen van dezelfde natuur als de Toxinen, ontstaande ziekten. Zoo kan men dieren immuun maken tegen Abrine en Ricine, twee eiwitachtige hevige vergiften, respectievelijk voorkomende in de zaden van *Abrus precatorius*, de bekende Paternoster erwt en het *Ricinus* zaad, en, wat van meer praktische beteekenis geworden is, tegen het Slangengift. Dit wordt verkregen uit de giftklier door de dieren te laten bijten op porceleinscherven, waarbij het gift uitgespoten wordt en na verzameling dient tot inenting van paarden. Zijn de dieren eens geheel giftvast, dan bevat hun bloed eene zoo groote hoeveelheid antitoxinen, dat het met gunstigen uitslag gebruikt kan worden bij lijders, welke anders een wissel dood te gemoet zouden gaan.

Het gebruik der antitoxinen in de geneeskunde is nog van zoo jongen datum dat het onmogelijk is thans reeds een definitief oordeel te vellen over zijne waarde of onwaarde. Bij Diphtherie en Slangenbeet is het proefhoudend gebleken, minder bij Tetanus, wat echter het gevolg kan zijn van het niet hoog genoeg immuniseeren der dieren. Over de geheele wereld wordt het vraagstuk

door vele kundige bacteriologen met rusteloozen ijver bewerkt; hoe ver hunne experimenten ons nog voeren zullen is thans met geene mogelijkheid te bepalen, en zal eerst de toekomst moeten leeren. Ook hierop is het woord van den dichter van toepassing:

„Nicht Kunst und Wissenschaft allein,
Geduld will bei dem Werke sein.
Ein stiller Geist ist Jahrelang geschäftig,
Die Zeit erst macht die feine Gährung kräftig.”

REGISTER.

A.

Abrine 205
Actinomyces 180
Alexinen 161
Alkohol 49
Amoeba coli 179
Ang-khak 95
Antisepsis 189
Antitoxinen 170, 201
Arthrosporen 18
Asepsis 190
Aspergillus niger 91
Assimilatie d. stikstof 109, 111
Azijs 52

B.

Bacillen 13
Bacillus acidi laevolactici 57
—— — lactici 57
—— Anthracis 144
—— Diphtheriae 141
—— Tetani 141
—— Tuberculosis 143
—— Typhosus 143
Bacteriën, beweging der 21
—— grootte der 10
—— vormen 10
Bacteriën nitriſceerende 105
—— pathogene 133
—— thermophile 116
Bemesting groene 125
Berkefeld filters 42
Bloedvergiftiging 148
Boteraroma 75
Boterzuur 55
Brēm 93

C.

Capsule 16
Chamberland bougies 42
Chemotaxis 164
—— negatieve 166
—— positieve 166
Cholera asiatica 142
—— kippen 155
—— infantum 138
Citromyces 91

Conserveering v. voedings-
middelen 63
Crisis 169
Cultuur, één-cel 34
—— plaat 36
—— steek 39
—— streep 40

D.

Diphtherie 141
Diplococcen 12
Dysenterie 179

E.

Endosporen 18

F.

Filters 42
Flagella 21

G.

Gangraen 148
Gevoeligheid, individ. 155
Gist 51
Gistingstheorie v. Liebig 5

H.

Haut goūt 64
Heelkunde 187
Hennip 45
Hondsdotheid 198
Humus 121
Hydrophobie 198
Hygiene 183

I.

Immuniteit 170
Incubatietydperk 156
Indigglucine 58
Indigo 57
Inenting 194
Iute 45

K.

Kaas 82
Koch's plaatcultuur 36
Kōji 94
Kolonie 17
Kringl. d. voedingsstoff. 101

Kweekbedden 36

L.

Leucocyten 163

Lysinen 163

M.

Malaria 174

— parasiet 176

— — Quartaan 177

— — Tertiaan 177

Melk 76

— bittere 71

— blauwe 72

— roode 72

— slijmerige 71

— verandering der 71

Melkzuur 55

Micrococen 12

Micrococcus acidi paralactici
56

Micrococcus erysipelatis 151

Miso 95

Monascus purpureus 95

Monilia 180

Mycoderma aceti 53

O.

Ordium 180

Opium 92

P.

Parasieten, facultatieve 140

— obligate 140

Peh-khak 94

Penicillium 91

Phagocyten 165

Preventieve inenting 195

Pyaemie 148

R.

Raggi 93

Ricine 205

Roten 46

S.

Saké 94

Salpeterbeddingen 120

Saprophyten 134

Sarcina 13

Septicaemie 148

Serum 203

Shoyu 95

Slangengift 205

Snuif bereiding 59

Soya 95

Spirillen 14

Spirillum choler. asiat. 142

Staphylococcen 13

Staphylococcus pyogenes 151

Staphylococcus pyogenes

aureus 151

Steenkool 126

Steriliseeren 41

Stikstof assimilatie 110

— verlies 107

Streptococcen 12

Streptococcus pyogenes 151

T.

Tabak 58

Tapej 93

Thermotaxis 164

Tjandoe 92

Toxinen 163

Trophotaxis 164

Typhotoxine 143

V.

Vaccinatie 194

Varieeren der bacteriën 26

Variolatie 194

Veenvorming 129

Vergift, d. bacteriën gev. 163

Vermenigvuldigingssnelh. 15

Virulentie 153

— verzwakking 154

Vlas 45

Vlinderbloem, gewassen 111

Voederpers 115

W.

Weerstandsvermogen 158

Wortelknolletjes 111

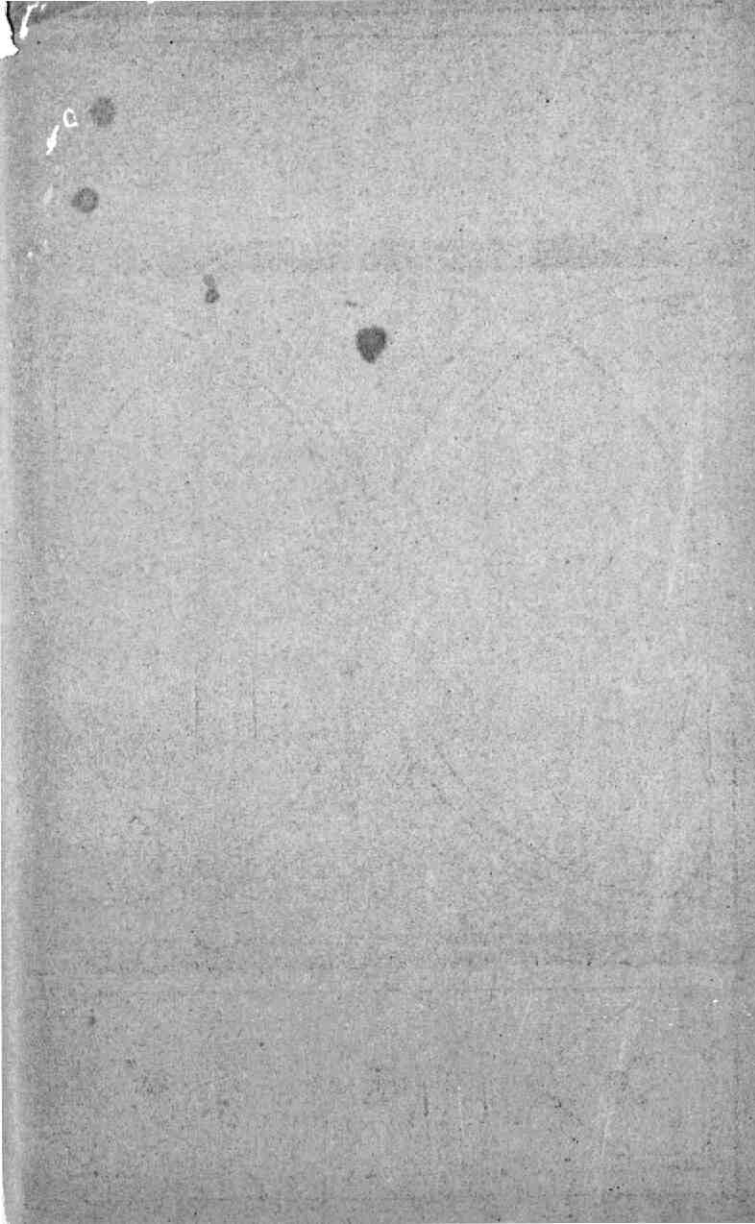
Wijn 50

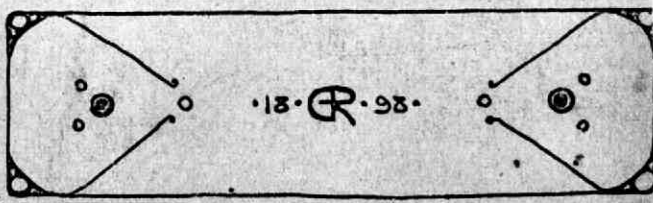
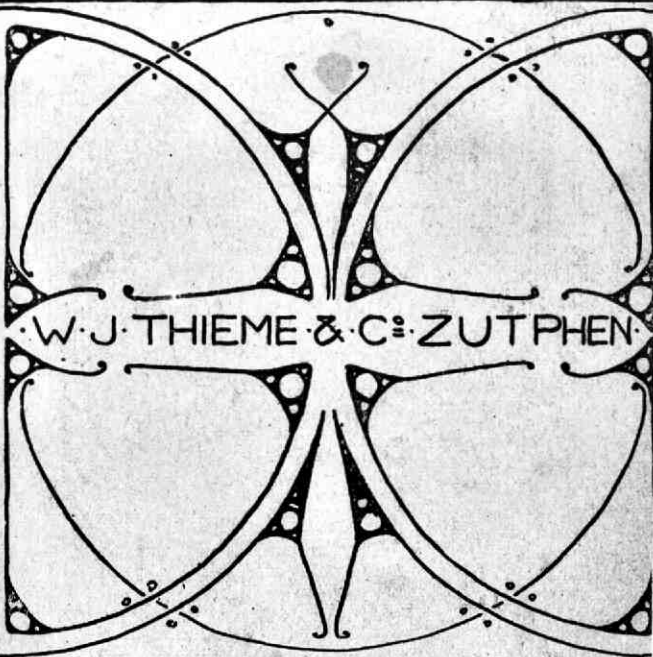
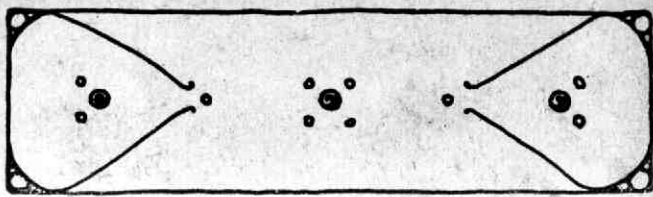
Z.

Zoogloea 16

Zuringzuur 90

Zuurkool 64





18. R. 98.