

maken, terwijl zij ook van zeer veel waarde zijn voor de bevordering van de zoo zeer gewenschte internationale samenwerking.

De uitgave geschiedt geheel ten voordeele van de Vereenigingen tot Behoud van Natuurmonumenten en tot Bescherming van Vogels, die beide natuurlijk in deze dagen van malaise helaas sterken achteruitgang te boeken hebben.

JAC. P. THIJSSSE.

VAN ARISTOTELES TOT PASTEUR.

XXVII.¹⁾ LOUIS PASTEUR. (27 Dec. 1822—28 Sept. 1895).

DEN 27en December 1822 werd Louis Pasteur geboren te Dôle, doch spoedig verhuisde de familie naar Marnoz en vandaar naar Arbois. In deze plaats sleet hij zijn jeugd en in zijn vacantes keerde hij hier, ook nog op ouderen leeftijd, dikwijls terug.

Zijn vader was een weinig mededeelzaam, ietwat droefgeestig gestemd man, meesttijds in zichzelf gekeerd. Hij dreef een leerlooierij achter zijn woonhuis en was oud soldaat in het Napoleontische leger. Hij was opgeklommen tot sergeant-majoor en begiftigd met het Legioen van Eer. De moeder was zeer werkzaam, maar tegelijk een vrouw met veel verbeeldingskracht en dadelijk klaar om iets geestdriftig te bewonderen. Van beide erfde Pasteur de gunstige eigenschappen.

Verschillende lezers van ons tijdschrift hebben er de redactie op gewezen, dat waar zooveel levenden om ruimte vroegen het niet geheel oorbaar was zooveel plaats aan de dooden af te staan.

Het was de bedoeling om in de thans overgeslagen artikelen te behandelen:

- XVIII. Alexandervon Humboldt, als grondlegger van de plantengeographie.
- XIX. Karl Ernst von Baer, één der eerste embryologen.
- XX. Schwann en Schleiden, met wier namen de celtheorie is verbonden.
- XXI. Lyell, de man, die de geologie hervormde.
- XXII. Johannes Müller en Claude Bernard, de groote physiologen.
- XXIII. von Chamisso, Steenstrup en Hofmeister, die de generatiewisseling in het dieren- en plantenrijk ontdekten.
- XXIV. Darwin, die de resultaten van de verschillende richtingen verwerkte tot één geheel.
- XXV. Wallace, de stichter der diergeographie.
- XXVI. Mendel, de grondvester der erfelijkheidsleer.

Ik heb deze artikelen, met de bijbehorende figuren, welke reeds gereed zijn, ter beschikking van de redactie gesteld, die echter om de bovengenoemde reden gemeend heeft, dit aanbod niet te mogen aanvaarden. Het Pasteur artikel heeft een meer actueele betekenis.

De overige artikelen en de hier reeds afgedrukte zullen bij den uitgever Versluys in boekvorm verschijnen, voorzien van een inleiding en een register.

Door de plaatsing dezer artikelen in De Levende Natuur is de uitgave van dit boek mogelijk geworden en ik breng hierbij de redactie daarvoor ten zeerste mijn dank en tevens de vele lezers welke mij blijken van belangstelling gaven door toezending van literatuur-opgaven enz., waarmee in het genoemde boek rekening zal worden gehouden.

De jonge *Louis* behoorde op school tot de gewoon-goede leerlingen, met een uitmuntend teekentalent. Zoo teekende hij op dertienjarigen leeftijd een goed portret van zijn moeder en ook later in zijn leven maakte hij wel portretten van zijn vrienden.

De familie *Pasteur* ging niet met veel menschen om, ze was nogal exclusief. Tot hun vrienden behoorde *Romane*, hoofd van het college te Arbois. Van hem leerde *Pasteur* de bewondering van groote daden en voor groote mannen. Op zijn aandringen zond men *Louis* naar de *École normale* te Parijs (Oct. 1838). Zijn verlangen naar huis werd zoo groot, dat hij haast ziek werd: „Als ik alleen maar de geur van de looierij kon opsnuiven, dan zou ik al genezen zijn, dat weet ik zeker.” Zijn vader haalde hem in November reeds terug.

Hij ging nu naar Besançon, op 40 K.M. afstand van Arbois gelegen en werd daar in Aug. 1840 bachelier ès lettres. Het oordeel over zijn eindexamen is bewaard gebleven en luidt niet onverdeeld gunstig: „goed in Grieksch (*Plutarchus*) en in Latijn (*Vergilius*), ook goed in rhetorika, middelmatig in geschiedenis en aardrijkskunde, goed in filosofie, zeer goed in de beginselen der natuurwetenschappen en goed voor 't Fransche opstel”.

Direct na het examen werd hij „*maître supplémentaire*” tegen een bezoldiging van 300 francs per jaar benevens kost en inwoning. De arbeidslust bezielde hem toen reeds. Zoo schreef hij naar huis (26 Jan 1840): „als men eenmaal goed aan 't werk is kan men er niet zonder leven” en aan zijn wat jongere zusters schreef hij vaderlijk: „het is reeds veel om iets te willen, want de daad, de arbeid volgt steeds op den wil en bijna steeds heeft het werk als metgezel het succes.”

Zijn harde werken bezorgde hem veel hoofdpijn en het werk viel hem soms moeilijk, want de wiskunde, waarin hij de jongere leerlingen hielp, vond hij zoo droog. In 1842 legde hij het examen af voor: *baccalaureat ès sciences mathématiques*. Voor scheikunde kreeg hij het oordeel: middelmatig!

Zijn toelatingsexamen voor de *École normale* was hem niet mooi genoeg en zoo trok hij weer naar Parijs om zich daar verder te bekwamen (Oct. 1842). Nu hield hij het beter uit. Toen zijn vader hem waarschuwde voor de verleidingen van het *quartier latin* kreeg hij ten antwoord: „wie haar op de tanden heeft blijft hier eenvoudig en recht door zee als in iedere andere plaats. Hier verandert wie geen wil heeft.”

Hij was in hetzelfde pension als vroeger en gaf lessen in de natuurkunde aan de andere inwonenden, zoodat hij minder behoefde te betalen. Ook toen hij reeds op de *Ecole normale supérieure* was, bleef hij dit volhouden. Op deze school werkte hij hard. In 1844 begon hij reeds het natriumtartraat ¹⁾ te bestudeeren. Bij het eindexamen (Sept. 1846) werd hij van de 14 candidaten de 3e en de minister wilde hem dadelijk leeraar laten worden, doch één der professoren wist dit te verhinderen. Betrekkelijk toevallig begon hij nu, op aanraden van de chemicus *Laurént* met

1) tartraat = wijnsteenzuur zout.

kristallographische studies, welke later van groot belang voor hem zouden worden. Hij promoveerde 23 Aug. 1847 met een thèse de chimie: Recherche sur la capacité de saturation de l'acide arsénieux. Etude des arsénites de potasse, de soude, de l'ammoniaque; en met een thèse de physique: Etude des phénomènes relatifs à la polarisation rotatoire des liquides. Den 20en Maart 1848 volgde een studie: Recherche sur le dimorphisme. Zijn oude rector schreef op het hem toegezonden exemplaar: „dit woord vindt men zelfs niet in de dictionnaire van de Académie." Zijn oud-leerling had hem voorbijgestreefd.

De politieke beroeringen van 1848 hadden ook op hem grooten invloed en, zooals voor velen, werd ook voor hem L a m e r t i n e de leider. „De woorden vlag en vaderland waren voldoende om hem tot in het diepst van zijn ziel te schokken" zegt V a l l e r y R a d o t, de schoonzoon van P a s t e u r in zijn prachtige biographie.

Na deze opwindung keerde P a s t e u r tot de kristallen terug. Hij had zich ernstig beziggehouden met de kristallographie en zich vertrouwd gemaakt met de gedachte, dat de moleculen in de kristallen op bepaalde wijzen waren gerangschikt en dat hierdoor de fysische eigenschappen van het kristal waren bepaald. Zoo was de theorie van H a u y. D e l a f o s s e, een der leeraren (maître de conférences) was oud-leerling van H a u y en bracht diens denkbeelden over aan het jongere geslacht, waartoe P a s t e u r behoorde. Vol van deze ideeën, waarmee de proeven van B i o t volkomen in overeenstemming waren, trof hem een bericht van M i t s c h e r l i c h, één der bekendste chemici van zijn tijd:

„Het paratartraat ¹⁾ en het tartraat van natrium en ammoniak hebben dezelfde chemische samenstelling, dezelfde kristalvorm, met dezelfde hoeken, hetzelfde soortelijk gewicht, dezelfde dubbele breking en dus ook dezelfde hoek tusschen de optische assen. Opgelost in water is hun breking gelijk. Maar het opgeloste tartraat draait het vlak van het gepolariseerde licht en het paratartraat doet dit niet, zooals B i o t dit heeft aangetoond voor de geheele serie van deze twee soorten zouten. Maar in dit geval zijn de aard en het aantal der atomen, hun rangschikking en hun afstanden dezelfde in beide met elkaar vergeleken lichamen."

Deze bewering deed het geheele stelsel van theoriën ineenvallen en P a s t e u r's geest was geheel vervuld van de moeilijkheid door M i t s c h e r l i c h's artikel ontstaan. Uitgebreide onderzoekingen, metingen van kristallen volgden en op eens werd hij door een ontdekking verrast ²⁾.

1) paratartraat = druivenzuur zout.

2) Een kleine uitweiding over stereoisomere verbindingen moge hier plaats vinden tot recht begrip van het volgende. De koolstof is een 4 waardig element, d.w.z. zij kan vier andere, éénwaardige atomen vasthouden of binden, of een evenredig aantal van meerwaardige atomen. Denkt men zich nu een koolstofatoom in het middelpunt van een regelmatig viervlak (tetraëder) en de 4, gelijkwaardige, bindingseenheden naar de hoekpunten gericht, dan is het duidelijk, dat de mogelijkheid bestaat op twee rangschikkingen, die elkaars spiegelbeeld zijn en dus nooit door draaiing of verschuiving tot bedekking kunnen worden gebracht. Zulk een koolstofatoom noemt men thans een *asymmetrisch* koolstofatoom (v a n ' t H o f f e n L e B e l, 1874). Nu is gebleken, dat de wijnsteenzure zouten 2 asymmetrische koolstofatomen bevatten. (De cursief gedrukte). Dus zijn de volgende combinaties mogelijk:

De kristallen der Natrium Ammonium tartraten nog eens goed bekijkend onder zijn mikroskoop ziet hij bij sommigen aan de linkerzijde een vlakje, bij anderen een dergelijk aan de rechterkant. Hij zoekt ze één voor één uit, lost ze op en plaatst de oplossing in het polarisatie toestel. „Wat van streek, met een kloppend hart en een angstigen blik ziet hij in het toestel en roept uit: Alles is gevonden! — Het greep hem zoo aan, dat hij zijn oog niet meer voor het toestel kon brengen. Hij ging plotseling het laboratorium uit. Het was een beetje als Archimedes. In één van de gangen van de Ecole normale kwam hij een preparateur van de natuurkunde tegen en hij omhelsde hem zooals hij (zijn boezemvriend) Chappuis omhelsd zou hebben en hij sleepte hem mee naar 't Luxembourg om hem zijn ontdekking mee te deelen" (Vall. Radot. l.c.p. 45).

Dit gebeurde in 't begin van Mei, vol vuur trok hij nu aan 't werk, doch de dood van zijn moeder in 't laatst van dien maand (28 Mei) benam hem geruimen tijd zijn werklust.

De oude Biot, bekend om zijn critischen zin, liet Pasteur bij zich komen en vroeg hem of hij werkelijk de ontdekking gedaan had, of hij de moeilijkheden had overwonnen, welke een Mitscherlich niet had weten te overwinnen. Toen Pasteur hierop bevestigend antwoordde, vroeg hij hem in zijn tegenwoordigheid de zouten te bereiden, de kristallen uit te zoeken, de oplossingen te maken enz.

Biot was een man van de zuivere wetenschap, en men kan hem wellicht niet beter kenschetsen; dan door zijn woorden, uitgesproken bij de receptie in de Academie (5 Febr. 1857). Van de echt wetenschappelijke onderzoekers sprekend zeide hij toen: „misschien zal de menigte Uw naam nooit kennen en niet weten, dat ge bestaat. Maar gij zult bekend zijn aan, gezocht en geëerd door een kleine schare van uitblinkende mannen, verspreid over de geheele oppervlakte der aarde, gij mededingers, gij leden van die algemeene senaat in het rijk der wetenschap.

Alleen zij hebben het recht U te eeren, U een rang toe te kennen, een rang naar verdienste, welke noch de invloed van een minister, noch de wil van een vorst, noch de gril van het volk U kunnen ontnemen, evenmin als zij U die kunnen verleen;

A. 1e rechts B. 1e links C. 1e rechts D. 1e links Deze 4e is gelijk aan de eerste.
2e links. 2e links. 2e rechts 2e rechts.

Nu komen ook nog E. mengsels voor, bestaande uit gelijke hoeveelheden van B. en C. A. of D. heet antiwijnsteenzuur, B. linksdraaiend, C. rechtsdraaiend wijnsteenzuur en E. druivenzuur (paratartraat = acide racémique). [C OOH. C HOH. C HOH. C COH]

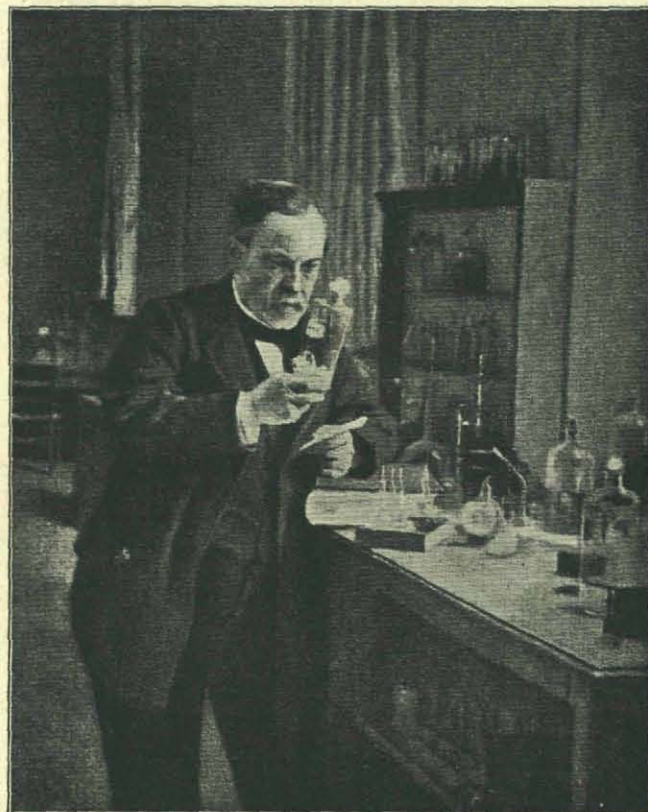
Malus ontdekte in 1808, dat sommige lichtstralen zeer eigenaardige eigenschappen bezitten. Hij noemde dit licht, dat slechts in één vlak trilt: gepolariseerd. Arago had in 1811 deze proeven voortgezet en ontdekt, dat licht, 't welk langs de hoofdas van kwarts-kristallen invalt gepolariseerd is in twee richtingen $\perp$ op elkaar en Biot, die deze onderzoekingen vervolgde, ontdekte (1813—1815), dat verschillende stoffen het gepolariseerde licht uit het eerst ingenomen vlak weten te verdringen, zoodat het dan in een ander vlak trilt. Het polarisatievlak; wordt dus gedraaid. Biot ontdekte hierbij tevens, dat platen uit sommige kwarts-kristallen ($\perp$ as) het licht naar rechts draaiden, anderen juist evenveel naar links en Herschel vond (in 1820) dat dit samenhang met den kristalvorm. Verscheidene organische stoffen vertoonden dit verschijnsel ook, doch in opgelosten toestand. Dit moest dus samenhangen met de rangschikking der atomen in de moleculen.

en deze rang zal U blijven toebehooren, zoolang ge trouw blijft aan de wetenschap welke ze U schonk”.

Toen de oude professor, die zulke hooge idealen had over het wetenschappelijke werken, de linksdraaiing zag, zei hij: „mijn beste jongen, ik heb in mijn leven zooveel van de wetenschap gehouden, dat dit me het hart sneller doet kloppen.”

Zijn leven lang bleef hij een vaderlijk vriend van P a s t e u r, die ook hem geheel was toegedaan en één zijner kinderen naar hem noemde.

— Midden in deze onderzoeken had de minister van onderwijs P a s t e u r willen zenden naar Tournon, als leeraar aan het lycée. Op voorspraak van één der hoogleeraren had men hem toen nog als préparateur aan de Ecole normale gelaten. In 1848 echter, toen deze nasporingen ten einde waren, werd hij naar Dyon gestuurd als professeur de physique aan het lycée. In de klassen zaten veel leerlingen, zoo beklaagt P a s t e u r er zich in één zijner brieven over, dat er meer dan 80 tegelijk zijn lessen bijwonen. Wat er toen moet zijn omgegaan in zijn hart, als zijn plicht hem riep het werk dezer leerlingen na te kijken, terwijl zijn wetenschappelijken geest hem riep



Louis Pasteur.

tot onderzoeken is wel duidelijk! Na veel aandringen werd hij in begin Januari 1849 aangesteld als hulphoogleeraar (suppléant) in de chemie te Straatsburg.

Vol vuur voor zijn onderzoeken zat hij dagen lang in zijn primitieve laboratorium. De 27-jarige hoogleeraar kreeg als subsidie voor het laboratorium, waarvan ook nog het loon van den knecht betaald moest worden de som van 1200 francs per jaar! Uren zat hij te midden van zijn geliefkoosde kristallen, allerlei zouten der tartraten bestudeerend.

Bij zijn bezoek aan den rector van de Universiteit maakte hij kennis met één van diens dochters, M a r i e L a u r e n t. Den 15en Jan. 1849 was hij te Straats-

burg aangekomen, den roen Febr. van dat jaar vroeg hij Marie Laurent tot Vrouw. Vader Pasteur kwam zelf over om het jawoord aan haar vader te vragen en bracht Joséphine mee. De zuster van Louis bestuurde een tijdje zijn huishouding, doch het duurde niet lang, want reeds 29 Mei van hetzelfde jaar werd het huwelijk voltrokken.

Pasteur beklaagde zich erover, dat hij zijn werk in dien tijd in den steek liet, „ik die zooveel van mijn kristallen hield (3 April).” Maar ernstig kan dit verzuim toch niet geweest zijn, want den 7 April kreeg Biot een reeks modellen van de door Pasteur onderzochte kristallen en op den dag van zijn huwelijk moest men hem waarschuwen, zoo druk was hij met zijn proeven bezig.

Ook na zijn huwelijk bleef hij hard aan 't werk. Valléry-Radot vertelt de volgende geschiedenis. „Eens was iedereen te Straatsburg aan 't feestvieren. Prins Louis Bonaparte, toen president van de republiek maakte een galatournee... Heel de stad was op de been. Mevrouw Pasteur hield van het zien van die drukte op straat, van zulk een menigte en van het defileeren der troepen. Daarom had zij aan haar man verzocht een wandeling van een uur of twee met haar te maken langs de kaden en de pleinen. „Nog één oogenblik,” zei Pasteur vol ernst, „om naar 't laboratorium te gaan en ik kom terug.” Mevrouw Pasteur begon te wachten, en zij wachtte den geheelen dag. Het was eerst tegen 't middageten, dat hij terugkwam en zei, om zich te verontschuldigen: „ja wat zal men er van zeggen; Ik kon toch mijn onderzoek niet onderbreken.” Mevrouw Pasteur gaf hem gelijk, zooals ze altoos alles goedkeurde wat hij deed. Zooals haarschoonzoon opmerkt, nam zij de gewoonte over van de Akademie van Wetenschappen om Wetenschap steeds met een hoofdletter te schrijven! Zij werd zijn secretaresse, hij gaf haar les in de moeilijke scheikundige problemen en zij was een trouwe, opmerkzame en bevattelijke leerling. Meer nog, verschaftte de staat geen geld om instrumenten te koopen, dan hield zij over van het toch niet overvloedige huishoudgeld, om zoo het benodigde toestel te kunnen koopen. Terecht vraagt Valléry-Radot dan ook, wat zou er van Pasteur terecht zijn gekomen als hij een andere vrouw had gekregen? —

Mitscherlich kwam in Parijs en vroeg kennis te mogen maken met Pasteur. Met eenig verwijt in zijn stem, zeide hij: „U werd geleid door een vooropgezet idee”. Pasteur stemde dit toe. Aanstands hebben we nog gelegenheid hierop terug te komen, hier zij alleen zijn beginsel vermeld:

„Een dissymmetrie¹⁾ in de rangschikking der moleculen van een chemische stof moet zich uiten in alle uitwendige eigenschappen, die dissymmetrisch kunnen voorkomen” en hij verduidelijkte dit door het volgende beeld: „Denkt U zich een wendeltrap, die hetzij naar rechts hetzij naar links draait. De treden van zoo'n trap, als die werd afgebroken, zou men kunnen herkennen aan den vorm, welke men hen ge-

1) Hierbij moet worden opgemerkt, dat het dogma van het asymmetrisch koolstof-atoom weder verlaten wordt en men terugkeert tot het Pasteur'sche standpunt. Zie vooral de publicaties van Jaeger.

geven heeft en zij zouden nooit voor een rechte trap gebruikt kunnen worden en evenmin voor één die in omgekeerde zin draait."

Pasteur wilde de druivenzure zouten nader bestudeeren, maar dit was moeilijk, daar het druivenzuur niet in den handel was. Om het te krijgen maakte hij een gehaaste reis door half Europa: van Parijs naar Leipzig, toen naar Freiburg, naar Weenen, naar Praag en alles zonder veel succes. Thuis gekomen werden de onderzoekingen weer opgevat en spoedig verzond hij 't volgende telegram:

„Monsieur Biot. Collège de France. Paris. Ik zet wijnsteenzuur om in druivenzuur. Deel dit als 't u blijft ook mee aan de H. H. Dumas en Senarmont." Het antwoord van Biot luidde: „Ik feliciteer U. Uw ontdekking is nu volkomen. Mr. Senarmont zal even verrukt zijn als ik. Breng aan Mevrouw Pasteur de helft der gelukwensen over, die ik U zend. Zij kan even tevreden zijn als gij."

Mevrouw Pasteur had een gedeelte van de belooning gekregen, die haar wachtte voor haar trouwe opoffering!

Pasteur werd intusschen geboeid door een reeks nieuwe problemen. Met een verbazende moeite gelukte het hem de twee spiegelbeeldige vormen van elkaar te scheiden, als zij te samen in één oplossing aanwezig waren (b.v. bij de splitsing van druivenzuur in de twee actieve componenten).

In het jaar 1860 hield hij over deze ontdekkingen twee lezingen voor de Société chimique te Parijs:¹⁾ Hij vestigde toen de aandacht op twee vraagstukken, welke een nadere bespreking verdienen.

In de eerste plaats meende hij, dat de moleculaire dissymmetrie alleen zou voorkomen bij de stoffen door levende wezens gevormd. De anorganische, dissymmetrische stoffen toch vertoonden, naar hij meende, de draaiing van het polarisatievlak alleen als kristallen, niet in oplossingen. De dissymmetrie ligt daar dus niet in den bouw van de moleculen, doch in de kristallographische rangschikking ervan.

Pasteur meende hierin een fundamenteel verschil tusschen levende en doode natuur gevonden te hebben. Als oorzaak nam hij aan: „het heelal is een dissymmetrisch geheel en het leven is een functie van deze dissymmetrie." Later is wel gebleken, dat hij zich hierin vergistte, doch deze gedachte was van een groote betekenis voor zijn verder werk.

Een tweede verschijnsel, dat hem boeide was een bepaalde scheidingsmethode van de twee isomeren.

Nam hij het druivenzure ammoniak en liet hij dit gisten, dan zag hij dat de oplossing, die eerst niet optisch actief was, langzamerhand links draaiend werd. De gistings-organismen tastten slechts het rechtsdraaiende wijnsteenzure zout aan en „respecteeren" het, overigens geheel gelijke, linksdraaiende. Voor den physicus en den chemicus is dit een middel om één der componenten van het racemische mengsel

1) Belangstellenden mogen hierheen verwezen worden. Er bestaat een vertaling in Ostwald's Klassiker No. 28: Een prachtig overzicht van den tegenwoordigen stand van kennis geeft: J a e g e r. Lectures on the Principle of symmetry.

te krijgen, voor P a s t e u r werd het een aanleiding om zijn aandacht te wijden aan gistingsproeven (Dec. 1854.).

Een uitwendige omstandigheid droeg hiertoe zeker veel bij. In Sept. 1854 werd de 32-jarige hoogleeraar benoemd als professeur et doyen van de nieuw opgerichte Faculté des Sciences te Lille (Rijssel). De streek was beroemd om de groote alcohol-fabrieken en P a s t e u r nam zich voor een deel zijner lessen te besteden aan de theorie der fermentaties.

Met zijn toehoorders behandelde hij eerst de vraag: „waarvoor dient de zuivere wetenschap?” Hij gaf hierop het antwoord van F r a n k l i n, n.l. de wedervraag: „waarvoor dient het kind, dat pas geboren is?” „Op dezelfde wijze mijne heeren heeft een theoretische ontdekking niets voor zich, dan alleen het verdienste van te bestaan. Zij wekt hoop en dat is alles.” Hij geeft dan den raad: „Laat ons werken. Slechts dat geeft ten slotte het geluk” en voegt hij er aan toe „Op het gebied van de waarneming is het lot slechts gunstig voor de geesten, die reeds voorbereid zijn!” Op deze wijze wekte hij de zoons der practici op, om de theorie te bestudeeren.

Ongeveer in het midden van het jaar 1856 vroeg men hem raad over de alcohol-bereiding. Dit werd het begin van een geheel onderzoek.

D u c l a u x, vriend en medewerker van P a s t e u r en later directeur van het Instituut heeft een boek over den genialen onderzoeker geschreven met als ondertitel: *Histoire d'un Esprit*. Vooral op de onderzoekingen wordt hier dieper ingegaan, de mensch Pasteur wordt hier lang niet zoo uitvoerig geschilderd, als in het werk van V a l l e r y - R a d o t. De voorliefde voor P a s t e u r om uit de historie van zijn probleem de stapjes bijeen te zoeken, die leidden naar de oplossing, komt echter in 't boek van D u c l a u x prachtig uit. Hier zij het volgende er aan ontleend.

Van oudsher hadden de gistingsproeven bij de bereiding van brood, wijn en bier de aandacht getrokken, Ver was men niet in de kennis er van gevorderd, al lijkt het soms wel zoo, indien men oude boeken leest. „Maar men moet nooit vergeten, bij de lectuur van deze oude schrijvers, dat tengevolge van de algemeen gebruikelijke wijze van opvoeding in de middeleeuwen, het woord bij hen dikwijls voorafging aan de gedachte en dat in de wetenschappen de gedachte bijna steeds voorafgegaan is aan het feit”. „En feiten hebben de alchemisten op het gebied der fermentatie geen enkel gevonden (D u c l a u x l.c.p. 70 en 71). Ook P a r a c e l s u s bracht dit vraagstuk niet verder, doch hij bracht wel scheikundige beschouwingen over rotting en gisting. V a n H e l m o n t wist aan te toonen dat èn bij de rotting èn bij de gisting èn bij de gewone ademhaling koolzuurgas ontstaat. S t a k l die zoo'n grooten invloed had, beweerde: „dat ieder lichaam, dat tot rotting overgaat gemakkelijk dezen toestand overbrengt op een dergelijk lichaam, 't welk nog niet bedorven is. De inwendige beweging wordt gemakkelijk overgedragen op een ander lichaam, dat nog in rust is, maar van nature in staat zulk een beweging te bezitten.”¹⁾

L a v o i s i e r, de vroeger ook dikwijls genoemde Fransche chemicus, had weer succes met zijn methode: de stoffen te wegen. Hij liet op een schaal wat suikerwater

1) Zie over deze onderzoekers No. III, IV en XII.

gisten en ging het gewichtsverlies na, dat tot stand kwam door 't ontwijken van koolzuurgas. Verder woog hij de hoeveelheid alcohol, die ontstaan was en dit gaf tezamen ongeveer het gewicht van de suiker terug. Zijn conclusie was: bij de gisting splitst de suiker zich in alcohol en koolzuurgas, de eerste wordt gereduceerd ten koste van de laatste.

G a y L u s s a c deed deze proeven na en vond een fout van 2 à 3 %, doch lette hier niet op; eerst D u m a s en B o u l l a y maakten er in 1828 op attent, dat deze fout verklaard kon worden, als men aannam, dat iedere molecuul suiker eerst een molecuul water opnam vóór hij uiteenviel ¹⁾.

Een tweede ontdekking van G a y L u s s a c was, dat de gisting niet goed ging, als er geen zuurstof aanwezig was. „Het waren de glorie-dagen van de zuurstof en daarom hechtte men veel aan deze ontdekking, hoewel de proef niet altijd goed uitviel.” —

Reeds de oude A n t h o n y v a n L e e u w e n h o e k had in 1680 de gistcellen gezien en gemerkt, hoe ze voorzien waren van knopjes. Deze ontdekking was vrijwel vergeten, doch in 1825 opnieuw gedaan door D e s m a z i è r e s. Dit werd aanleiding vóór een onderzoek van C a g n i a r d - L a t o u r, K ü t z i n g en S c h w a n n (XXI), alle drie in 1835.

Voor al 't werk van S c h w a n n was goed. Hij weerlegde in de eerste plaats de bewering van G a y L u s s a c, dat er zuurstof noodig was, door het suikerwater in aanraking te brengen met verhitte lucht. Er kwam dan geen gisting, niettegenstaande er wel zuurstof was, er ontbrak „ein etwas” in de lucht. S c h w a n n noemde dit een kiem. Hij meende zelfs, op grond van proeven, dat het een plantaardige, geen dierlijke kiem kon zijn. De kiem zou zich voeden met suiker, en de alcohol, als onbruikbaar deel, wegwerpen.

De beroemde H e l m h o l t z schreef zijn eerste werk over deze proeven, en hij kon aantonen (1845), dat de hitte deze kiem doodt en dat deze een vast lichaam is, daar zij niet een vochtige dierlijke membraan kon passeeren. Verder maakte hij uit zijn proeven op, dat de alcoholgisting ontstond door een levend organisme, maar de rotting niet.

L i e b i g kwam hier tegenop, en meende, dat rotting en gisting ongeveer dezelfde processen waren. Hij bracht een proef van T h e n a r d naar den voorgrond. Twintig deelen gist waren gemengd met 100 deelen opgeloste suiker; na de gisting werd de gist op een filter gebracht en gewogen. Er was slechts 13.3 gr. over. Na een tweede gisting was het gewicht slechts 10 gr. en een derde gisting mislukte.

„Het is duidelijk”, zei L i e b i g, „hoe dit komt: het *gluten* (thans zou men zeggen de eiwitachtige verbindingen) oxydeert aan de lucht en slaat als gist neer, en dit gaat over tot rotting. Deze rotting deelt het gemakkelijk mee aan andere lichamen, daar het evenwicht ervan verstoord is.”

De theoriën van G a y L u s s a c, van S t a h l en van S c h w a n n waren hier

1) $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 4C_2H_5OH + 4CO_2$.
100 gr. + 5.3 gr. = 53.8 gr. + 51.5 gr.

vereinigd. Het *leven* had met dit alles weinig te maken, het was een nevenverschijnsel. Ook later zou hij tegen P a s t e u r volhouden, toen deze zei, dat de ontbinding van de suiker een verschijnsel was, dat onverbreeklijk samenhang met het leven van de gist: „dit is redeneeren als een kind, dat zou meenen, dat het de snelheid van den stroom van den Rijn zou kunnen verklaren uit de heftige beweging van de talrijke molenraderen van Maintz, die 't water in de richting van Bingen stuwen.” Men neemt dan 't gevolg voor de oorzaak. Bovendien, bij de melkzuurgisting, die zoozeer gelijk op de alcoholische, bespeurt men niets, dat op gist gelijk, en dan nog, stel dat werkelijk de gistorganismen de oorzaak waren, hoe ontstond dan de rotting van die organismen?

Het resultaat was, dat de eiwitachtige verbindingen (gluten) als oorzaak werden aangezien, en bij de alcoholische gisting waren deze vertegenwoordigd door de gist. Enkelen verzetten zich hiertegen, o.a. onze landgenoot Johannes Hubertus van den Broek, die in 1858 een vegetatieve theorie van de alcoholische gisting verdedigde (Verslagen Prov. Utrechtsch Genootsch. v. Kunsten en Wetensch. 1858 en '59).

Pasteur begon deze vraagstukken te bestudeeren en in verband met zijn vroegere onderzoekingen boeide het hem zeer, dat bij de melkzuurgisting ook amyl-alcohol kon ontstaan, die een draaiend vermogen bezat voor gepolariseerd licht. Dus moest er volgens P a s t e u r een levend organisme een rol spelen, en dus ging hij daarnaar zoeken.

Op den bodem van zijn vaten, waarin hij de melkzuurgisting bestudeerde, vond hij een grijsachtig neerslag. Hij zag, dat dit dezelfde eigenschappen had als de gist. Dat men het kon uitzaijen in nieuwe culturen en meer oogstte dan men geza-

verbindingen van kali en magnesium en zaaide hierin een heel klein beetje versche gist. De suiker begon te gisten, de gistmassa groeide en toch ontbraken de eiwitachtige verbindingen, welke Liebig noodig had geacht. Hetzelfde deed hij met de melkzuurgisting. Hij nam wat suikerwater, deed er wat ammoniumzouten bij, eenige alcali- en aardalcali-phosphaten en wat calciumcarbonaat, en binnen 24 uur ontstond een troebeling en gasontwikkeling. De theorie van Liebig was onhoudbaar geworden. —

Een derde gisting werd door Pasteur onderzocht. Het was de boterzuurgisting. Als ferment vond hij een aantal buitengewoon kleine staafjes, vaak in rijen van 2, 3 of meer gelegen, die zich door deeling vermenigvuldigen. Zij bewegen zich en toonen dus ondubbelzinnig het leven aan. Pasteur hield ze op grond hiervan voor dieren, en wel voor infusoriën. „Ik was er verre van zulk een resultaat te verwachten en schrok zoo zeer, dat ik langen tijd gemeend heb al mijn krachten te moeten inspannen om het verschijnen van deze kleine diertjes te verhinderen, daar ik vreesde, dat zij zich voedden met het plantaardige ferment, 't welk ik veronderstelde het boterzuurferment te zijn, en dat ik zocht te ontdekken in mijn voedingsoplossingen. Maar toen ik de oorzaak van het ontstaan van boterzuur niet te pakken kon krijgen, werd ik ten slotte getroffen door het voortdurend onafwijsbaar samentreffen in mijn analyses tusschen dit zuur en de infusoriën en omgekeerd tusschen infusoriën en de productie van het zuur. — Men moet ze wel beschouwen als het echte boterzuurferment”¹⁾.

Hij zag onder het microscoop, hoe deze organismen stil lagen aan de randen van het preparaat, waar ze in aanraking kwamen met de lucht, en zeer beweeglijk waren in 't midden, waar de lucht ontbrak. Het experiment gaf hetzelfde resultaat. Als hij een luchtstroom leidde door het vat, hield de boterzuurgisting op. Pasteur had een nieuwe groep van wezens ontdekt, die konden leven, ja zelfs moesten leven buiten de tegenwoordigheid van vrije zuurstof. Hij noemde ze *anaëroob* (1861).

De chemische theorie van de gisting had afgedaan, de vitale-, de stofwisselings-theorie had gewonnen. Maar in 1897 slaagde Buchner erin het ferment, de zymase, uit de gistcellen vrij te maken!

Intusschen was er nog heel wat gebeurd, dat hier is overgeslagen, om deze questies logisch te ontwikkelen en het is nu tijd om dit verzuim te herstellen.

De jonge doyen van de Faculté des Sciences te Rijssel was in 1857 administrateur geworden van de Ecole normale te Parijs en tevens directeur des études scientifiques. Biot was er woedend over, dat men hem zoo'n post gaf, maar Pasteur nam het ernstig op en was vol zorg voor het welzijn van de, aan zijn hoede toevertrouwde leerlingen.

Veel ruimte was er niet om een laboratorium in te richten. Frankrijk bekommerde zich niet veel om de positie der wetenschappelijke leiders. Men liet Claude Bernard in een kelder werken en Pasteur kon op eigen kosten twee afdeelingen van den zolder van de Ecole normale tot laboratorium inrichten. De minister weigerde hem een crediet van 1500 francs, omdat er geen post was, waaronder hij dit bedrag kon boeken! —

(Wordt vervolgd).

DR. A. SCHIERBEEK.

1) 1862. NB. vergelijk Unger!