

SCHETS DER RESPIRATIE-THEORIE.

DOOR

Dr. J. J. LE ROY.

In het begin der 17^{de} eeuw leefde te Padua de hoogleeraar SANCTORIUS SANCTORINUS,¹ die gedurende meer dan vijf en twintig jaren waarnemingen deed op zich zelve en op anderen, waardoor hij de veranderingen in het lichaamsgewicht leerde kennen, die, na aftrek van het gebruikte voedsel en van de rechtstreeks waarneembare afscheidingen, onafgebroken plaats hebben. De proefnemer bediende zich van eene balans of unster, waarmede op doelmatige wijs een stoel verbonden was en kwam zoo tot de ontdekking, dat het lichaamsgewicht, ook zonder dat het lichaam zichtbaar stofverlies lijdt, met elke minuut lichter wordt. SANCTORINUS maakte zijne waarnemingen en gevolgtrekkingen, onder den vorm van aphorismen, bekend in een werk (*Ars de Statica medicina*), dat nog lang daarna zeer in aanzien was. Hij kwam tot het besluit, dat het gewichtsverlies moest toegeschreven worden aan stofverlies in onzichtbaren vorm, namelijk als gas, langs den weg van huid en longen. Zoo ontdekte SANCTORINUS langs zuiver proefondervindelijken weg het verschijnsel, dat door hem als „*perspiratio insensibilis*” (onmerkbaar perspiratie) werd aangeduid.

Mogen de waarnemingen en gevolgtrekkingen van SANCTORINUS, in het licht der tegenwoordige methoden van onderzoek, min of meer aan bedenking onderhevig zijn, het verkregen resultaat is later gebleken volkomen juist te zijn; en de hoofdgedachte in zijn experiment, waar het vóór alles op aankomt, was toen een belangrijk teeken des tijds.

¹ 1561—1636.

Het was de tijd der renaissance, der wedergeboorte ook van het wijsgeerig denken. Het vast geloof, wellicht uit piëteit geboren, aan de onfeilbaarheid der vaderen begon te wankelen; en het scepticisme, belichaamd in MONTAIGNE¹, hield zijne intree. Boven zijn naam had deze eene weegschaal geplaatst en de vraag: »Que sçais-je?» er onder. Die vraag was niet de uiting van eene onmannelijke twijfelmoedigheid, noch van zwartgallige twijfelzucht; maar van den wijsgeerigen twijfel, die tot eene heilzame *skepsis* leidt, dat beteekent: »uit zijne oogen kijken», *onderzoek*.

De wetenschap van het leven werd nog beheerscht door GALENUS, die in de eerste eeuw onzer jaartelling leefde. In VESALIUS,² SERVET³ en HARVEY⁴ was echter de geest der *skepsis* gevaren; zij waagden het de meening te hebben, dat GALENUS bij al zijne onbetwistbare grootheid niettemin een feilbaar mensch geweest was. Zij bewandelde daarom zelfstandig den weg van het vrije onderzoek en hebben den moed gehad voor hunne overtuiging te strijden en te lijden. Zoo kwam men, na eenige eeuwen van onvruchtbare schriftgeleerdheid, gaandeweg weder op den goeden weg, dien ook GALENUS bewandeld had, en trachtte men de natuur uit de bron zelve te leeren kennen.

De methode van het natuur-onderzoek, die in *proefneming* en nauwkeurige *observatie* bestaat, ontwikkelde zich meer en meer en wordt nog altijd door voortdurende verbeteringen tot grootere volkomenheid gebracht.

SANCTORINUS pastte die methode toe op het vraagstuk der perspiratie, waarvan de longen-perspiratie een belangrijk bestanddeel is. Wij willen nagaan, hoe het onderzoek van deze longen-functie, de zoogenoemde ademhaling of respiratie, gaandeweg is uitgebreid en welke phasen het tot op dezen tijd doorloopen heeft.

Men vindt in het lichaam twee goed onderscheiden stelsels van bloedvoerende buizen of vaten: de arteriën of slagaders en de venen of aders; beider kleinste takken zijn onderling verbonden door een dicht netwerk van bloedbanen, de capillairen of haarvaten.

Bij lijkopening vindt men de arteriën meerendeels ledig; op grond van welke onvolledige waarneming de Grieksche anatoom ERASISTRATUS⁵

¹ 1533—1592.

² 1513?—1564.

³ 1509—1553.

⁴ 1578—1657.

⁵ † 280 v. Chr.

leerde, dat deze vaten met lucht gevuld waren, eene opvatting, die in den naam »arterie'', d. i. luchtbuis, nog voortleeft. De ademhaling diende, volgens ERASISTRATUS, om de arteriën met lucht vol te pompen.

GALENUS vulde ERASISTRATUS' onvolledige waarneming op het cadaver aan met observatie op het levend voorwerp en kwam tot de juiste slotsom, dat zoowel de arteriën als de venen bloed bevatten. Diensvolgens verviel ook de bestaande beschouwing omtrent de rol der ademhaling, en GALENUS verving haar door eene andere natuurkundige theorie, volgens welke de ademhaling diende om het lichaam door middel van de ingeademde lucht af te koelen en zoo te vrijwaren tegen den nadeeligen invloed der in het hart ontwikkelde warmte. Deze physische theorie van GALENUS heeft zeer lang burgerrecht gehad en voortgeleefd tot in den tijd van BOERHAAVE.¹

Veel minder ingang vond de mechanische theorie der ademhaling, volgens welke de ingeademde lucht diende om de platgedrukte longen te doen zwellen en daardoor de circulatie van het bloed mogelijk te maken.

Eindelijk publiceerde de grondlegger der hedendaagsche scheikunde, de Franschman LAVOISIER², in 1777, eene scheikundige theorie der ademhaling, waarvan het hoofdbeginsel tot op heden gehandhaafd is gebleven.

Aan LAVOISIER zijn wij de nauwkeurige kennis der kort te voren³ ontdekte *zuurstof* verschuldigd, het gas, dat ongeveer één vijfde van het volumen van onzen dampkring uitmaakt, terwijl het overige gedeelte hoofdzakelijk uit stikstof bestaat.

Door de ontdekking der zuurstof en door de stelselmatige invoering van de weegschaal in de scheikundige praktijk was LAVOISIER er in geslaagd van het scheikundig proces der verbranding eene bevredigende verklaring te geven. Wanneer eene kaars verbrandt, wordt zij niet vernietigd; het vaste lichaam verandert dan in gasvormige producten en een weinig asch. De gezamenlijke verbrandingsproducten, hoofdzakelijk koolzuurgas en waterdamp, wegen meer dan de kaars woog. Daarentegen heeft de omringende lucht, in welke de verbranding plaats had, eene gewichtsvermindering ondergaan: zij heeft namelijk een gedeelte van hare zuurstof verloren. De *gewichtsvermeerdering* der kaars door het verbrandingsproces is gelijk aan de *gewichtsvermindering*

¹ 1668—1738.

² 1743—1794.

³ In 1774, door PRIESTLEY in Engeland en door SCHEELE in Zweden.

der omringende lucht: de uit de lucht verdwenen zuurstof heeft zich met de bestanddeelen der kaars scheikundig verbonden, van hare koolstof koolzuurgas en van hare waterstof water makende. Dit scheikundig verbindingsproces gaat gepaard met de ontwikkeling van warmte, in dit geval in voldoende hoeveelheid om de eenmaal aangestoken gassen, die zich uit de kaars ontwikkelen, voort te laten gloeien.

Naast dit *snelle* verbindingsproces, waarbij de warmte-ontwikkeling lichtverschijnselen, m. a. w. »verbranding» teweegbrengt, staat het langzame verbindingsproces, waarbij de warmte-ontwikkeling niet voldoende is om gloeiing te veroorzaken. Kalium-metaal, dat met de lucht in aanraking is, slaat aan; er vormt zich een huidje, dat eene verbinding van het metaal met de zuurstof der lucht is. Daarbij ontwikkelt zich warmte, doch niet genoeg om het metaal te doen gloeien. Wij hebben in het laatste geval met eene gewone oxydatie te doen. Principieel is tusschen het eigenlijk gezegde verbrandingsproces en het gewone oxydatie-proces geen verschil; het verschil, dat wij waarnemen, raakt slechts den uiterlijken vorm.

Nadat LAVOISIER den wederkeerigen invloed, dien eene brandbare of oxydeerbare zelfstandigheid en de gewone lucht op elkaar uitoefenen, onderzocht had, breidde hij zijn onderzoek uit tot den invloed, dien het levende dier en de lucht op elkander uitoefenen. Hij vond, dat de lucht aan het dierlijk lichaam een gedeelte van hare zuurstof afstaat en omgekeerd koolzuurgas van het dier in ruil ontvangt. LAVOISIER kwam daardoor op het denkbeeld de respiratie als een oxydatie-proces te beschouwen, eene *langzame* verbranding, voor welke de dampkringslucht de noodige zuurstof en het dierlijk lichaam, met name het *bloed*, de brandstof, n.l. koolstof, leverde. De scheikundige verbindingswarmte, die zich hierbij moest ontwikkelen, gaf dan meteen rekenschap van de handhaving der dierlijke warmte. In een experimenteel onderzoek over warmte, dat LAVOISIER in verbinding met LAPLACE ondernam, toetste hij zijne meening over de dierlijke warmte aan eenige proefnemingen op levende Guineesche bigjes, zoogenoemde »marmotjes», en vatte zijne uitkomsten samen in de volgende stelling:

»Wanneer een dier in zijn gewone doen is; wanneer het gedurende geruimen tijd zonder te lijden kan leven in de hem omringende middenstof; in 't algemeen, wanneer de omstandigheden, waarin het zich bevindt, zijn bloed en zijne vochten niet merkbaar veranderen, zoodat het dierlijk samenstel na verscheidene uren geen merkbare verandering ondervindt; dan is de handhaving der dierlijke warmte, althans voor

een groot gedeelte, het gevolg van de warmte, die ontwikkeld wordt door de verbinding der door de dieren ingeademde zuivere lucht, met de basis der vaste lucht [in hedendaagsche taal: met de koolstof van het koolzuur], die het bloed haar verschafft." ¹

De hoeveelheid zuurstof in het uitgeademde koolzuur werd aanvankelijk gelijk gevonden aan de hoeveelheid ingeademde zuurstof, die uit de lucht verdwenen was. Latere, meer nauwkeurige onderzoekingen, door LAVOISIER in verbinding met SEGUIN ondernomen, leerden echter, dat de ingeademde zuurstof niet ten volle in het uitgeademde koolzuur teruggevonden werd. Dat surplus van zuurstof, meende men, diende om de waterstof van een of ander bestanddeel tot water te oxydeeren, dat te gelijk met het koolzuur wordt uitgeademd. Daardoor werd de overeenkomst met het verbrandingsproces eener kaars nog grooter, waarbij eveneens koolzuur en water gevormd worden.

De schrijvers vatten hunne conclusiën in de volgende bewoordingen samen:

»De ademhaling is niets anders dan eene langzame verbranding van koolstof en van waterstof, die in alles gelijk is aan de verbranding, die plaats heeft bij eene brandende lamp of waskaars; zoodat in dit opzicht de ademende dieren werkelijke brandbare lichamen zijn, die verbranden en zich verteren.

»Bij de ademhaling, evenals bij de verbranding, is het de lucht van den dampkring, die de zuurstof en de warmte levert; doch, als bij de verbranding, is het de zelfstandigheid van het dier zelf, is het 't bloed, dat de brandstof levert. Indien de dieren niet in den regel door hun voedsel herstelden, wat zij door de ademhaling verliezen, zou de olie weldra in de lamp ontbreken, en het dier zou omkomen, evenals eene lamp uitgaat, wanneer de voeding haar ontbreekt.

»De bewijzen dezer gelijkheid van resultaten tusschen de ademhaling en de verbranding volgen onmiddellijk uit de proefneming. De lucht, die tot de respiratie gediend heeft, bevat inderdaad bij het verlaten van de long niet meer dezelfde hoeveelheid zuurstof; zij bevat niet alleen koolzuurgas, maar bovendien veel meer water dan zij vóór de inademing bevatte. Daar nu de levenslucht slechts door eene opname van koolstof in koolzuurgas kan veranderd worden; daar zij slechts door eene opname van waterstof in water kan veranderen; daar deze

¹ Art. IV (De la combustion et de la respiration) du *Mémoire sur la chaleur* par MM. LAVOISIER et DE LA PLACE. Mémoires de l'acad. d. sc. de 1780.

tweeledige verbinding niet kan geschieden, zonder dat de levenslucht een gedeelte van hare specifieke warmte verliest [d. i. daar hierbij scheikundige verbindingswarmte moet ontwikkeld worden]; zoo volgt hieruit, dat door de respiratie een gedeelte koolstof en waterstof aan het bloed onttrokken en daarvoor [eene zekere hoeveelheid] warmte in de plaats gegeven wordt, die zich, gedurende de circulatie, met het bloed over alle deelen van de dierlijke huishouding verdeelt en de ten naastebij standvastige temperatuur onderhoudt, welke men bij alle ademende dieren waarneemt.

» Men zou zeggen, dat deze overeenkomst tusschen de ademhaling en de verbranding geenszins ontgaan was aan de dichters, of liever aan de wijsgeeren der oudheid, waarvan zij de tolken en de organen waren. Dat vuur, uit den hemel geroofd; die fakkel van PROMETHEUS is niet enkel een vernuftig gevonden en dichterlijk beeld; het is de getrouwe schildering van de processen der natuur, ten minste voor de dieren, die ademen: men kan dus met de Ouden zeggen, dat de fakkel des levens ontstoken wordt bij den eersten ademtocht van het kind en dat zij eerst bij zijn dood wordt uitgebluscht.”¹

Opmerking verdient het slot hunner verhandeling, waarin de schrijvers het volgende zeggen:

» Wij ontveinzen ons niet eene tegenwerping, die men kan maken en die wij ons zelve gemaakt hebben, tegen de door ons ontwikkelde theorie. Geen enkel experiment legt beslissend getuigenis af, dat het gedurende de uitademing vrijkomende koolzuur onmiddellijk in de long gevormd is of in den loop der circulatie door de verbinding van de zuurstof der lucht met de koolstof van het bloed. Het zou mogelijk zijn, dat een gedeelte van dit koolzuur door de spijsvertering gevormd werd, dat het met de chyl in de circulatie gebracht werd en dat het eindelijk, in de long gekomen, uit het bloed vrijgemaakt werd, naarmate de zuurstof zich ten gevolge van eene sterkere verwantschap met het bloed verbindt.

» De proefnemingen, die wij over de spijsvertering en over de transpiratie reeds begonnen zijn, zullen dezen twijfel waarschijnlijk ophelderen: zij zullen, wij hopen het ten minste, de onzekerheid opheffen, die op dit punt nog voor ons blijft bestaan. Misschien zullen wij dan genoodzaakt zijn, eenige veranderingen aan te brengen in de leer, in

¹ *Premier Mémoire sur la respiration des animaux.* PAR MM. SEGUIN ET LAVOISIER Mémoires de l'acad. d. sc. de 1789.

deze verhandeling door ons ontwikkeld. Zulke wijzigingen van aanvankelijk opgevatte denkbeelden kosten niets aan hen, die de waarheid slechts om haarzelfs wille zoeken, zonder andere begeerte dan haar te vinden. Overigens gelooven wij niet ver van het tijdstip verwijderd te zijn, dat, na alle onzekerheid uitgesloten te hebben, de respiratietheorie niets meer te wenschen zal overlaten."

Met al die goede verwachtingen was de respiratietheorie toch nog slechts in hare geboorte. Vooral de twijfel, dien LAVOISIER en SEGUIN in het slot hunner verhandeling uitdrukten omtrent den zetel der koolzuur-vorming, geraakte min of meer op den achtergrond en werd eerst eene halve eeuw later voor goed uit het vergeetboek te voorschijn gehaald.

De Académie des sciences kende aan de proefnemingen van LAVOISIER, op grond van welke hij de respiratie met eene verbranding identificeerde, geen voldoende bewijskracht toe en maakte het vraagstuk daarom tot het onderwerp eener prijsvraag. Twee natuurkundigen, DULONG en DESPRETZ, stelden daarop elk een onderzoek in, welks uitkomsten aan de theorie van LAVOISIER een krachtigen steun verleenden. DULONG berekende de hoeveelheid warmte, die ontwikkeld zou worden, wanneer de in een zeker tijdsverloop ingeademde zuurstof gebruikt werd om koolstof te verbranden tot koolzuur en waterstof tot water. Hij onderzocht voorts, hoeveel warmte in het dierlijk lichaam ontwikkeld moet worden om zijne standvastige temperatuur te handhaven te midden van eene omgeving van lagere temperatuur. De uitkomsten van beide berekeningen stemden zoo goed overeen, dat de scheikundige verbindingswarmte der verbruikte zuurstof ook quantitatief volkomen rekenschap scheen te geven van de bestaande dierlijke warmte. De groote LIEBIG zette de kroon op de theorie, door in het bloed nader de bestanddeelen aan te wijzen, die de koolstof en de waterstof leverden, welke tot de verbranding bestemd waren. Volgens hem waren het de koolhydraten van ons voedsel, die, in het bloed als suiker opgelost, door de ingeademde zuurstof verbrand werden, waarom hij deze koolhydraten de *respiratorische* voedingsstoffen noemde; terwijl eene geheel andere categorie van voedingsstoffen, nl. de eiwitstoffen, bestemd waren tot herstel van bestaande en vorming van nieuwe weefsels en dus op den naam van *plastische* voedingsstoffen aanspraak hadden. Als de plaats, waar de verbranding geschiedde, werden de longen aangewezen.

Resumeeren wij het voorgaande, dan was de stand der respiratietheorie deze: de in het bloed opgeloste voedingsstoffen zijn van tweeërlei

aard, *plastische* of weefselvormende en *respiratorische*, wier koolstof en waterstof in de longen door de ingeademde zuurstof geoxydeerd worden tot koolzuur en water, welke beide men in de uitgeademde lucht terugvindt. DULONG had de proef op de som geleverd, daar volgens hem de bij de oxydatie ontwikkelde warmte, ook in quantitatief opzicht, rekenschap gaf van de dierlijke lichaamswarmte. Over de wijze, hoe de zuurstof werd opgenomen en het koolzuur afgegeven, zwijgt de theorie.

De theorie maakt eene afgerond geheel en schijnt bij den eersten oogopslag alleszins aannemelijk. Toch heeft zij voor den toets der wetenschappelijke critiek moeten bezwijken; want naast vele goed geobserveerde feiten bevat zij een zeker aantal hypothetische elementen, die door de observatie niet voldoende geverifieerd waren en dan ook gebleken zijn hare zwakke zijde uit te maken.

Bloote meeningen kunnen bij het natuuronderzoek nimmer genoeg gewantrouwd worden. Eene hypothese, hoe aannemelijk zij moge schijnen, hoe zeer zij voor de hand moge liggen, ontvangt hare volledige sanctie eerst door observatie en proefondervindelijk onderzoek. Door schijnbaren eenvoud moet de onderzoeker zich nooit laten verleiden; integendeel moet hij er van doordrongen zijn, dat de verschijnselen, die hij bestudeert, zeer samengesteld zijn. »Zelfs dan wanneer een beginsel waar is uit physico-chemisch oogpunt, wanneer zijne toepassing op het levend organisme eene natuurlijk aangewezen zaak schijnt en wanneer de gevolgtrekkingen, die men er uit afleidt, met de werkelijke feiten overeenstemmen, moet hij zich niet tevreden stellen met eene overeenkomst, welker bijzonderheden niet geverifieerd zijn. Hij zal dan moeten onderzoeken, of er niet een louter toevallig samentreffen, eene eenvoudige coïncidentie, in het spel is en of er, terwijl en het beginsel, het uitgangspunt, en de slotsommen volkomen juist zijn, niet eene gansche reeks van tusschenliggende feiten bestaat, die *geenszins* overeenstemmen met die, welke de redeneering aangeeft.»¹

ERASISTRATUS observeerde volkomen juist, dat de arteriën van het cadaver ledig zijn; doch hij beging de fout, wat hij in het doode lichaam gevonden had, toe te passen op het levende lichaam.

GALENUS herstelde de fout door rechtstreeksche observatie van het levende lichaam. Uitgaande van een *waar* feit, dat nl. zoowel de arteriën als de venen bloed bevatten, kwam hij door redeneering tot de kennis

¹ CLAUDE BERNARD.

van een ander *waar* feit, dat er namelijk een overgang van het bloed moest plaats hebben van de venen in de arteriën. Hij beging nu echter zelf de fout dezen overgang door eene hypothese te verklaren, nl. deze dat het tusschenschot tusschen rechter en linker hart eene opening zou bezitten, waardoor het bloed van het eene stelsel in het andere kon overgaan. De hypothese was door zooveel elementen van waarheid omlijst, dat GALENUS het onnoodig oordeelde haar nader te verifieeren. De hypothese hield stand, totdat VESALIUS aantoonde, dat de anatomie van het hart het tegendeel leerde van hetgeen GALENUS geleerd had. Er moest dus een ander mechanisme bestaan voor den overgang van het bloed van het eene in het andere vaatstelsel; daarnaar werd gezocht en aan SERVET en HARVEY komt de eer toe het probleem volkomen te hebben opgelost.

Volkomen hetzelfde beeld van waarheid en dwaling vinden wij terug in de respiratie-theorie. De invoering eener dwaling bevat echter in den regel de kiem van nieuwe onderzoekingen en daarmee van nieuwe ontdekkingen.

Een der hypothetische elementen in de scheikundige theorie van LAVOISIER is de localisatie der verbranding in de longen. Twijfel aan de geldigheid dezer hypothese bleef niet uit en van verschillende zijden werden feiten bekend gemaakt, die met haar in tegenspraak waren. De gevoeligste stoot werd haar toegebracht door een onderzoek van MAGNUS te Berlijn, door dezen in 1837 gepubliceerd¹. »In den laatsten tijd», zegt MAGNUS, »is het de vraag, of het koolzuur eerst in de longen gevormd wordt, doordien de zuurstof der lucht een deel der koolstof van het veneuze bloed tot koolzuur oxydeert, dan of het veneuze bloed, wanneer het in de longen komt, het koolzuur reeds geheel gevormd bevat, zoodat dit eenvoudig uitgescheiden wordt. Of dus de ingeademde zuurstof onmiddellijk daarna weder wordt uitgeademd, dan of zij door het bloed in het lichaam rondgevoerd en niet zoozeer in de longen als wel overal in het lichaam tot eene oxydatie gebruikt wordt.» Was het laatste het geval, dan moest de aanwezigheid van koolzuur in het bloed kunnen worden aangetoond en daarin was men tot dusver niet geslaagd. MAGNUS herhaalde echter het onderzoek naar de in het bloed aanwezige gassen, volgens eene verbeterde methode, en hij slaagde er in, met behulp van de luchtpomp, zoowel

¹ GUSTAV MAGNUS. *Ueber die im Blute enthaltenen Gase, Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure.* POGGENDORFF'S Annalen, 1837 pag. 583 sqq.

uit arterieel als uit veneus bloed, en koolzuur en zuurstof af te zonderen. Tevens vond hij, dat in het veneuze bloed, in verhouding tot de zuurstof, meer koolzuur voorhanden was dan in het arterieele. »Daar nu,» zegt hij, »de verhouding van het koolzuur tot de zuurstof in de beide bloedsoorten niet dezelfde is, zoo kan de grootere hoeveelheid koolzuur in het veneuze bloed slechts daarvan het gevolg zijn, dat deze gassoort gedurende de circulatie òf in het bloed gevormd, òf er door geabsorbeerd wordt. . . . Mijne proefnemingen maken het zeer waarschijnlijk, dat de ingeademde zuurstof in de longen wordt geabsorbeerd en door het bloed in het lichaam wordt rondgevoerd, zoodat het in de zoogenoemde capillaire vaten tot eene oxydatie en waarschijnlijk tot vorming van koolzuur dient.»

Latere onderzoekingen, volgens veel nauwkeuriger methoden dan waarvan MAGNUS zich bediend had, bevestigden het door hem verkregen resultaat. Hoewel, vooral wat het veneuze bloed betreft, het gehalte aan zuurstof en ook aan koolzuur aanzienlijk verschilt naar de vaatprovincie, uit welke het bloed afkomstig is, geldt toch als algemeene regel, dat het veneuze bloed absoluut armer is aan zuurstof en rijker aan koolzuur dan het arterieele bloed. Een onderzoek op hondebloed gaf bijv. in het arterieele bloed, als gemiddelde: 22,6 pct. (volumen) zuurstof, herleid tot eene temperatuur van 0° en 76 cM. kwik-drukking; in het veneuze bloed gemiddeld 11,9 pct. zuurstof; aan koolzuur 34,3 pct. in het arterieele en 45,3 pct. in het veneuze bloed.

Het vraagstuk van de localisatie der warmte-ontwikkeling staat ook in verband met de vraag, welk bloed eene hoogere temperatuur heeft, het arterieele of het veneuze. De oplossing dezer vraag was met groote technische moeilijkheden verbonden; van daar de tegenstrijdige uitkomsten, die verschillende waarnemers verkregen. Na LAVOISIER vielen de meeste waarnemingen in dien zin uit, dat men aan het arterieele bloed eene hoogere temperatuur scheen te moeten toekennen dan aan het veneuze; eene aannemelijke uitkomst, in verband met de localisatie der verbranding in de longen, waar de verandering van veneus in arterieel bloed plaats heeft. Onder de nauwkeurige onderzoekingen van eenig belang, die met deze opvatting in strijd kwamen, behooren die van GEORG LIEBIG, den zoon van den beroemden scheikundige. Volkomen afdoende waren daarna de onderzoekingen over de temperatuur-topographie in het vaatstelsel van den grooten meester in het physiologisch experiment, CLAUDE BERNARD, waaruit bleek, dat het in de capillairen der weefsels gevormde veneuze bloed warmer is dan het

arterieele. Het resultaat van CLAUDE BERNARD is door latere waarnemers nader bevestigd.

Het respiratie-proces laat zich nu, volgens de theorie van MAGNUS in twee deelen splitsen, waarvan het eene zijne rol speelt in de longen en het andere in de verschillende weefsels van het lichaam; zoodat wij eene *inwendige* of *weefsel-respiratie* en eene *uitwendige* of *longen-respiratie* onderscheiden. De laatste omvat de gaswisseling, die plaats heeft tusschen de gassen der weefsel-bestanddeelen en die van het bloed; de eerste die, welke plaats heeft tusschen de dampkringslucht, met name de longenlucht, en de gassen van het bloed. Bij de gaswisseling in de weefsels wordt koolzuur uit de weefsels in het bloed en omgekeerd zuurstof uit het bloed in de weefsels opgenomen. Bij de gaswisseling in de longen gaat koolzuur uit het bloed in de lucht over en wordt omgekeerd zuurstof uit de lucht in het bloed opgenomen.

De theorie der weefsel-respiratie is door rechtsreeksche proefneming geverifieerd. De weefsels van het dierlijk lichaam, evenzoo de hen samenstellende bestanddeelen of cellen, hoewel van elkander afhankelijk, bezitten eene zekere autonomie. Een weefsel of deel van een weefsel, uit het levende lichaam verwijderd en dus van zijne natuurlijke omgeving gescheiden, houdt daarom niet onmiddellijk op te leven. Elk weefsel heeft ook dan nog een zekeren levensduur, het eene langer, het andere korter; gelijk blijkt uit de omstandigheid, dat het nog een tijdlang zijne irritabiliteit behoudt, d. i. het vermogen om een of anderen prikkel, dien het ontvangt, in de gewone functie, aan het weefsel eigen, om te zetten. Zeer kort is de levensduur van het zenuwweefsel, zeer lang daarentegen die van het spierweefsel. Reeds in de vorige eeuw heeft SPALLANZANI, en in den nieuweren tijd PAUL BERT, de verschillende weefsels van het dierlijk lichaam ten opzichte van hunne respiratie aan een afzonderlijk onderzoek onderworpen. Daaruit is gebleken, dat alle weefsels inderdaad zuurstof opnemen en koolzuur afgeven en dat de verschillende soorten van weefsels te dezen opzichte slechts verschillen van quantitatieven aard opleveren.

Terwijl de theorie van MAGNUS eene groote schrede voorwaarts is in de goede richting, bevat zij niettemin eene nieuwe dwaling in hare voorstelling van de wijze, waarop de gaswisseling in het bloed tot stand komt. MAGNUS bracht namelijk het opnemen van zuurstof en koolzuur in het bloed terug tot de gewone absorptie-verschijnselen en stelde de betrekking der zuurstof en van het koolzuur tot het bloed ongeveer op ééne lijn met die van zuurstof en koolzuur ten opzichte

van water. De opgenomen hoeveelheid was dus volgens hem, bij eene gegeven temperatuur, alleen afhankelijk van de drukking, die door het buiten de vloeistof aanwezige gelijknamige gas op de vloeistof werd uitgeoefend. Werd deze drukking bijv. 2 of 3 maal zoo groot, dan moest volgens de wet van HENRY-DALTON ook 2 of 3 maal zooveel van het gas geabsorbeerd worden. Nadere onderzoekingen leerden echter, dat de hoeveelheden zuurstof en koolzuur, die onder verschillende omstandigheden werden opgenomen, niet overeenkwamen met de absorptiewetten, en dat deze gassen niet eenvoudig geabsorbeerd, maar in het bloed — althans ten deele — scheikundig gebonden waren.

Aan de onderzoekingen van HOPPE-SEYLER vooral zijn wij de nauwkeurige kennis verschuldigd van eene zelfstandigheid, die het hoofbestanddeel der roode bloedlichaampjes uitmaakt en die in het respiratieproces eene hoogst belangrijke rol speelt. Deze zelfstandigheid, de *haemoglobine*, gaat namelijk eene scheikundige verbinding aan met de zuurstof en vormt met haar de *oxy-haemoglobine*, welker oplossing zich door hare schitterend roode kleur van de meer purperkleurige haemoglobine-oplossing onderscheidt. Het is de oxy-haemoglobine, die aan het arterieele bloed zijne helder-roode kleur geeft; terwijl de bijna zwarte kleur van sommig veneus bloed aanwijst, dat de kleurstof der roode lichaampjes van hare zuurstof beroofd en tot de meer donker gekleurde haemoglobine gereduceerd is.

Bovendien is in het bloed-plasma een zout aanwezig, dat scheikundige verwantschap voor koolzuur bezit, nl. koolzuur-natrium of natrium-carbonaat, dat, in aanraking komende met eene nieuwe hoeveelheid koolzuur, in dubbel-koolzuur-natrium of natrium-bicarbonaat kan veranderen.

Met het oog op de scheikundige binding der respiratie-gassen in het bloed, moest dus de theorie van MAGNUS eene wijziging en aanvulling ondergaan omtrent de voorstelling van den aard der gaswisseling. Deze noodzakelijke aanvulling vinden wij gegeven in de dissociatietheorie van den Utrechtschen hoogleeraar DONDERS.

Wij willen even ons onderwerp verlaten en een zijsprong maken op het gebied der nieuwere warmte-leer, ten einde een begrip te vormen van sommige physico-chemische verschijnselen, waaraan de Fransche scheikundige H. SAINTE-CLAIRE DEVILLE talrijke onderzoekingen gewijd heeft en die door hem onder den naam van *dissociatie*-verschijnselen in de wetenschap zijn ingevoerd.

(Slot volgt).