

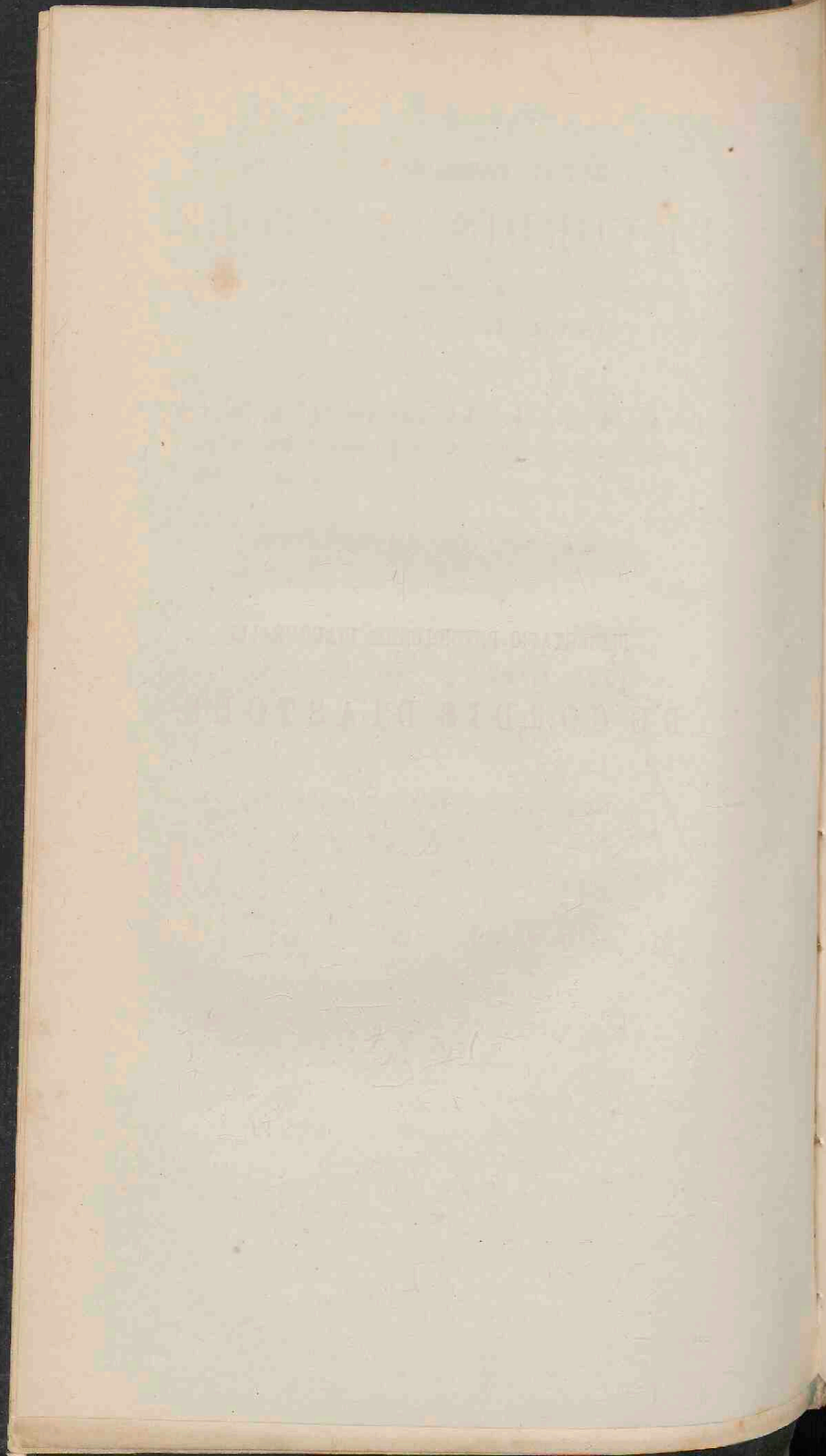


De uitzetting van het hart

<https://hdl.handle.net/1874/301654>

5

DISSERTATIO PHYSIOLOGICA INAUGURALIS
DE CORDIS DIASTOLE.



250

DISSERTATIO PHYSIOLOGICA INAUGURALIS
DE CORDIS DIASTOLE,

QUAM,

ANNUENTE SUMMO NUMINE,

EX AUCTORITATE RECTORIS MAGNIFICI

PETRI HARTING,

MEDIC. ET ART. OBSTETR. DOCTOR ET IN FACULTATE PHILOSOPHICÆ —
MATHEMATICA PROFESSOR ORDINARIUS,

NEC NON

AMPLISSIMI SENATUS ACADEMICI CONSENSU

ET

NOBILISSIMÆ FACULTATIS MEDICÆ DECRETO,

Pro Gradu Doctoratus

SUMMISQUE IN

MEDICINA HONORIBUS AC PRIVILEGIIS,

IN ACADEMIA RHENO-TRAJECTINA

RITE ET LEGITIME CONSEQUENDIS,

ERUDITORUM EXAMINI SUBMITTIT

AUGUSTUS CAROLUS JOANNES BRESSLER,

Ultrajectinus.

A. D. XIV M. FEBRUARII, A. MDCCCLIX, HORA VI DIMID.

TRAJECTI AD RHENUM,

APUD J. VAN BOEKHOVEN.

MDCCCLIX.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF CHEMISTRY

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF CHEMISTRY

PETER H. RAVENHILL

PH.D. 1954

PROFESSOR OF CHEMISTRY

UNIVERSITY OF CHICAGO

5708 S. UNIVERSITY AVENUE

CHICAGO, ILLINOIS 60637

TEL: 773-936-5200

FAX: 773-936-5200

WWW.PETERHILL.COM

WWW.PETERHILL.COM

WWW.PETERHILL.COM

WWW.PETERHILL.COM

WWW.PETERHILL.COM

WWW.PETERHILL.COM

WWW.PETERHILL.COM

DE UITZETTING VAN HET HART.

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN

DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE GENEESKUNDE

AAN

de Utrechtsche Hoogeschool

DOOR

A. C. J. BRESSLER.



UTRECHT,
J. VAN BOEKHOVEN.
1859.

DE UITZAKTING VAN HET HAAR

PROBACHTRIJFT

DEEN GUAARD VAN HETZELVE IN DE GEMEENSCHAP

van de Gereguleerde Posaunen

van de Gereguleerde Posaunen

van de Gereguleerde Posaunen

van de Gereguleerde Posaunen

van de Gereguleerde Posaunen

van de Gereguleerde Posaunen

van de Gereguleerde Posaunen

MIJNEN DIERBAREN VADER

OPGEDRAGEN.

De uitgebreide omvang onzer wetenschap bragt mij in verlegenheid, een onderwerp voor eene dissertatie uit te kiezen. Veel voorzeker zijn de onderwerpen, die zij der behandeling waardig aanbiedt; evenwel weinige achtte ik voor mij geschikt en doeltreffend. Ging het eene mijne krachten te boven, het andere vereischte eene te breedvoerige uiteenzetting, die naar mijn bescheiden oordeel meer in een leerboek, dan in een proefschrift te huis behoort. Na veelvuldige proefnemingen over andere onderwerpen, ontnam eene zamenspraak met mijn' geachten promotor Prof. DONDERS mij vele opgerezen bezwaren en leidde mij op Physiologisch gebied tot de keuze van het voorliggende stuk. In hoeverre hetzelfde aan de regtmatige verwach-

tingen beantwoordt, staat deskundigen ter beslissing, die hier zullen weten te geven, daar te nemen.

Hoeveel ik verschuldigd ben aan U, Hooggeleerde Heeren der Wis- en Natuurkundige en Medische Faculteiten, heb ik vooral nu regt leeren waarden. Uw grondig onderrigt is mij ter voorbereiding tot mijn vak en bewerking mijner dissertatie uitnemend te stade gekomen. Wilt hiervoor mijn opregten dank aannemen, met de ongeveinsde verzekering, dat ik steeds met erkentelijkheid gedachtig zal zijn aan de menigvuldige blijken van zorg en toegenegenheid, mij van u, zoo welwillend en in ruime mate te beurt gevallen.

Aan U, Hooggeleerde Heeren, SCHROEDER VAN DER KOLK, LONCQ, DONDERS en VAN GOUDOEVER, gevoel ik mij dankbaar verplicht. Gij leiddet mijne eerste schreden in de betrekking, door mij gekozen, en toondet mij den weg, waar langs ik voorloopig mijn doel heb bereikt. Geen beteren dank voor zoo groote belangstelling meen ik U te kunnen toebrengen, dan U de belofte te doen: overal wee humaniteit en rationele praktijk bij zieken, naar mijn beste vermogen te zullen navolgen.

Ontvang gij, zeer geëerde promotor Prof. DONDERS, mijn hartelijken dank voor de bereidvaardigheid, waarmede gij mij tot de vervaardiging van dit proefschrift hulp verleendet en voor wee voorkomenheid, die mij den vrijen toegang tot wee

bibliotheek verschaft. Beide hebben mijn taak zeer verligt en veraangenaamd.

Eindelijk rest mij nog een kort woord van afscheid te nemen van U, mijne vrienden, die meermalen gedurende mijn academiëtijd bewijzen gegeven hebt belang in mij te stellen. Innigen dank voor die vriendschapsblijken breng ik u; dat die band niet verzwakt of verbroken, maar integendeel versterkt en inniger moge worden is mijn hartelijke wensch.

De voorwaarden, waaronder zich het hart gedurende het leven bevindt, en die zijne werking bepalen en wijzigen, kunnen in het algemeen verdeeld worden in zoodanige, welke uit den aard van zijnen bouw en zijne gedaante voortvloeijen, zoodanige, welke van zijne verrigting afhankelijk zijn, zoodanige, eindelijk, die het gevolg zijn van de plaats, waar het hart zich bevindt.

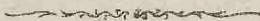
Deze voorwaarden, voor zoo verre zij op de *uitzetting* van het hart invloed hebben, na te gaan, is het doel van dit proefschrift. De anatomische zamenstelling van het hart en de physiologische beschouwing van de systole zal ik als bekend vooronderstellen, en die omstandigheden, welke duidelijk zonder eenigen invloed op de uitzetting zijn, met stilzwijgen voorbijgaan.

Het beste geloof ik te doen, als ik mijnen arbeid in twee gedeelten splits, van welke het eerste eene beschrijving der diastole, het tweede die harer oorzaken zal bevatten. Dit laatste zal ik vervolgens in 3 paragrafen verdeelen.

In de eerste zal worden gehandeld over de oorzaken, welke van de eigenschappen van het weefsel en van den ontleedkundigen bouw in 't algemeen afhankelijk zijn ;

in de tweede, die, welke van den invloed van het hart op het bloed het gevolg zijn ;

terwijl de derde diegene bevatten zal, welke uit de plaatsing van het hart in de borstholte voortvloeijen.



I.

Bij een arbeidend hart neemt men gedurende de diastole het volgende waar :

Op gelijke wijze en synchronisch ziet men beide boezems en beide kamers bijna afwisselend uit den harden zaâmgetrokken toestand, waarbij hunne holten verkleind en de daarin bevatte inhoud uitgedreven is, in een' toestand overgaan, waarin zij week en slap worden. Men ziet allengs hunnen omvang toenemen, hunne holten zich vergrooten en gevuld worden, tot deze uitzetting een' zekeren graad bereikt heeft en de hartspier zich begint zamen te trekken. De uitzetting der boezems gaat aan die der kamers vooraf en duurt $\frac{2}{3}$ van den tijd, dien een geheele harts slag inneemt¹, terwijl de uitzetting der kamers, die onmiddellijk daarop volgt, slechts de helft van dezen duurt. Hieruit blijkt, dat gedurende $\frac{1}{6}$ van dezen geheelen tijd beide, boezems en kamers, te gelijk in toestand van uitzetting verkeeren moeten, gedurende welken, zoo als de waarneming leert, de boezem aan het einde zijner diastole, de kamer in het begin van de hare is.

Aangezien de hartsbewegingen in het algemeen een peristaltischen typus vertoonen, mogen wij aannemen, dat, gelijk de zamentrekking der boezems een' aanvang neemt aan de inmondingsplaatsen der aderen, ook aldaar het eerst de zamentrekking ophoudt. Van deze plaatsen uit dus zal de verslapping der spierwanden zich over den geheelen boezem verbreiden. De hierbij plaats grijpende vulling der hollen met bloed, dat alsdan doorschemert, veroorzaakt de meer donkere kleur, die de deelen van het hart, welker wanden dun zijn: regter-boezem en kamer en linker-boezem, aannemen. Het hart en in het bijzonder de wanden der kamers zullen zich hierbij veel weeker dan gedurende de zamentrekking doen aanvoelen, evenwel niet zoo bijzonder als andere massieve spieren. De reden hiervan moet niet gezocht worden in eene andere verhouding, waarin de verschillende weefsels, die dit orgaan samenstellen, als het ware door elkander geweven zijn; want in dit geval zou, om de geringere aanwezigheid van lijmgevend weefsel (pezen en bindweefsel) in de hartspier, de weekheid, die aan spierweefsel in niet samengetrokken toestand eigen is, hier in bijzonder sterke mate moeten gevonden worden. Maar de bijzondere structuur, aan het hart eigen, het anastomoser en door elkander gevlochten zijn der spierbundels, die het uiteenwijken bij drukking niet toelaten, moet deze grootere hardheid verklaren.

In den toestand der sterkste uitzetting bezitten de beide boezems, de harttoeren er buiten gerekend, ongeveer den vorm van een onregelmatig parallelipedum, waarbij, wijl deze uitzetting nog een oogenblik met de sterkste

zamentrekking der kamers zamenvalt, hunne holten met het diepste gedeelte der kamers, waarheen de randen der valvulae venosae gekeerd zijn, gemeenschap zullen hebben. De basis van het hart bezit dan den vorm van eene ellips, welker grootste doormeter van regts naar links, de kleinste van voren naar achteren loopt, terwijl, volgens Ludwig, de as van het hart een stompen hoek met de basis maakt.

Zoo als uit den naam zelfs, dien men aan dezen toestand gegeven heeft, reeds blijkt, werd de uitzetting in 't algemeen beschouwd als afhankelijk van oorzaken, buiten het hart gelegen. Men zag de zamentrekking door spierwerking ophouden, het hart ging in den toestand van rust over en men schreef de uitzetting hoofdzakelijk toe aan vulling der holten door het instroomende bloed, waarbij dan voor de kamers de zamentrekking der boezems de uitzetting voltooide. Zoo als nader blijken zal, zijn de voorwaarden voor haar ontstaan in de eigenaardigheden van het weefsel en de verrigting van het hart zelf gelegen. De ondersteuning door andere verrigtingen: ademhaling, spierwerking, alhoewel somtijds van aanbelang, is zuiver toevallig en, zoo als de vergelijkende ontleedkunde bij visschen en kruipende dieren leert, voor de uitzetting van het hart volkomen ontbeerlijk. Bij gevolg zijn, hetgeen ik hoop aan te toonen, de oorzaken der uitzetting in het hart zelf te zoeken en dient de vroegere betrekkelijk verkeerde voorstelling van eene hierbij passieve

verhouding van het hart verworpen te worden. Ik noem haar eene betrekkelijk verkeerde voorstelling, om reden men daarbij het hart zich als een verslachte ledige zak voorstelde, welks uitzetting van vulling afhankelijk was, terwijl wij, afgezien van andere invloedrijke momenten, weten, dat het snel uitgesnedene bloedledige hart zich nog na zamentrekking behoorlijk uitzet.

De uitzetting door relaxatie van de hartspier mag, zoo als beneden uitvoerig aangetoond zal worden, wel voor de voornaamste oorzaak der uitzetting gelden, terwijl de overige belangrijke momenten, als verhoogde spanning van de wanden der groote arteriestammen bij de systole, de vulling en verhoogde drukking in de art. coronariae na de systole, de arbeid en het arbeidsvermogen, waarmede het aderlijk bloed op het einde zijner baan bedeed is, enz., alhoewel van de zamentrekking van het hart afhankelijk, toch diegene zijn, waaronder dit orgaan zich passief verhoudt.

II.

§ 1.

Beschouwen wij de veranderingen, die het hart bij den overgang uit de systole tot de diastole ondergaat, en de betrekking, waarin de eigenschappen van zijn weefsel hiertoe treden, zoo dienen wij afzonderlijk den invloed van deze na te gaan.

Iedereen is het bekend, dat het voornaamste weefsel, waaruit het hart bestaat, het dwars gestreept spierweefsel is; bij gevolg zullen de eigenschappen van dit weefsel bepalend voor de functiën van dit orgaan zijn. Dit weefsel bezit bijzondere eigenschappen, en wel, in overeenkomst met andere weefsels, elasticiteit, en in tegenoverstelling van de meeste dezer, tonus en contractiliteit. Het eigenaardige van die eigenschappen voor dit weefsel en den invloed er van op de uitzetting van het hart zal ik in de eerste plaats nagaan.

Wat den tonus betreft, vroeger algemeen aangenomen en beschouwd als een geringe graad van zamentrekking, afhankelijk van voortdurende verbinding met zenuw-middelpunten, is hij, althans voor animale spieren,

door Heidenhain 1) op goede gronden verworpen, en ofschoon hij door denzelfden met Colberg 2) voor sluitspieren en vegetatieve spieren aangenomen wordt, en ook van andere zijden hoogst gewigtige waarnemingen voor zijn bestaan in het algemeen aangevoerd worden, willen wij den invloed van dezen evenwel in het midden laten, juist, omdat hij nog «sub judice» is.

Du Bois-Reymond heeft, zoo als bekend is, bewezen, dat in den rustenden ongeprikkelden toestand de moleculen, waaruit de werkzame zenuw- en spierzelfstandigheid bestaan; met electro-motorische krachten bedeed zijn, welker aard blijkt uit de zenuw- en spierstroomen, die zij, onder bepaalde voorwaarden gebragt, vertoonen. Verder, dat door prikkeling der zenuwen hare electro-motorische verhouding vermindert 3) en deze verandering bij beweegzenuwen zich op de spieren overplant; dat de in beide werkzame electro-motorische krachten geringer geworden zijn, en hiermede in de spier gepaard gaat eene verandering van aggregatie-toestand, die zich vertoont als verkorting in lengte en volgens Volkmann, tegen Weber, als vermindering der uitrekbaarheid. Hierbij is de spier in staat

1) Physiologische Studien, Berlin 1856. S. 40.

2) Versuche ueber den Tonus des Blasenschliessmuskels von Dr. R. Heidenhain und Dr. A. Colb. Halle.

3) Dit is, namelijk, te verstaan, ten opzichte van de hoegrootheid der afwijking, die zij de multiplicatornaald doen ondergaan. Deze toch wordt geringer, ofschoon gedurende het tetaniseren de electro-motorische krachten snel toe- en afnemen. E. Du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Electricität, Berlin. B. II.

arbeid te verrigten, een gewigt op te heffen, weêrstanden te overwinnen, enz.

Bij animale spieren en ook bij het hart, hetwelk in dit opzigt met deze overeenkomt, plant zich de veranderde toestand der zenuwen direct op de spieren over, welke verandering in de laatste geheel van die der zenuwen afhankelijk is, waaruit dus volgt, dat de zamentrekking, die daarmede gepaard gaat, even lang duurt als de prikkeling der zenuwen. Houdt deze prikkeling op, zoo neemt, bij gevolg, in zenuw en spier wederom de electro-motorische verhouding, afgezien van den invloed der vermoeijenis, tot dien graad toe, als vóór de prikkeling bestond. Hierbij keert de veranderde aggregatie-toestand der spier tot de vroeger bestaande terug; zij wordt wederom langer, een weinig vaster en hare uitrekbaarheid neemt toe. Het is deze, na en door het ophouden der prikkeling, ontstane verandering der spier, die haar de vorige lengte en verdere eigenschappen terugschenkt, die dus, werd aan het verkrijgen van die eigenschappen een beletsel in den weg gelegd, dit beletsel zou trachten te verwijderen, in één woord, die arbeid verrigten kan. Hoe dit geschiedt, is vooralsnog onbekend; genoeg, wij weten, dat de voorwaarden hiertoe in de eigenschappen van het spierweefsel aanwezig zijn. Om deze verlenging, gelijk men vroeger deed, aan de elasticiteit toe te schrijven, welke eigenschap aan de spier in rust toegekend werd en die weêrstand biedt zoowel aan uitrekking als zamentrekking en den arbeid teruggeeft, die er in weggelegd is, wordt alle grond gemist. De spier in zamengetrokken toestand toch is een geheel ander ligchaam als die in rust; hare elas-

ticiteit is eene geheel andere als die der laatste, en wij moeten ons dus vergenoegen met de duistere voorstelling, dat, na het ophouden der prikkeling, de moleculen eene andere stelling tot elkander innemen, hierbij zoowel elk in het bijzonder en als te zamen verbonden andere eigenschappen vertoonen, en dat aldus de verandering der eigenschappen van het orgaan, dat zij zamenstellen, aan hunne onderling veranderde verhouding gebonden is.

De hoegrootheid van den arbeid, die spieren, na het ophouden harer zamentrekking, indien de uitzetting verhinderd wordt, verrigten, is zeer moeilijk te bepalen. Haar bestaan wordt, behalve in de door Volkmann 1) medegedeelde proef, waarbij eene van den invloed der zwaartekracht onthevene spier dezelfde wetten bij zamentrekking en verslapping volgde als eene opgehangene bezwaarde spier, nog aangetoond door de proeven van Ermann 2) en de latere van Marchand en Weber 3). Deze hadden ten doel, de vermindering in volumen der spieren bij zamentrekking na te gaan. Zij lieten spieren, die in eene geheel met vocht gevulde afgeslotene ruimte geplaatst waren, zich zamentrekken, en zagen, door het dalen van het niveau der vochtzuil in een manometer, de vermindering in volumen der spieren; maar evenzoo zagen zij, na het ophouden der zamentrekking, de vochtzuil in den manometer gelijkmatig rijzen. Hierbij bleek te gelijker tijd, dat de uitzetting noch van spanning van andere deelen,

1) Berichte der K. Sächs. Akad., Math-phys. Kl. 1851.

2) Gilberts Annalen 1812. B.40. S. 13.

3) Wagner's Handwörterbuch. Art. Muskelbewegung S. 53.

noch van instroomend bloed afhankelijk is, daar aan de spieren, waarmede zij experimenteerden, de voorwaarden voor het bestaan van deze ontnomen waren.

Wat ook de absolute grootte van dezen arbeid wezen moge, dit is wel zeker, dat hij, indien er geene bijzonder sterke verhindering aanwezig is, voldoende blijkt, om aan de spier den vorm en de eigenschappen terug te schenken, die zij vóór de zamentrekking bezat; bij gevolg zal ook het ophouden van de zamentrekking der hartspier de terugvoering tot den toestand der diastole ten gevolge hebben, gelijk wij trouwens, zoo als ik reeds boven vermeldde, aan het pas uitgesneden hart waarnemen.

Ten einde de verhouding na te gaan van de elasticiteit der hartspier bij de uitzetting, dienen wij kortelijk te vermelden, wat in het algemeen aangaande deze bekend was en de resultaten aan te stippen, die de strijd hierover tusschen Volkmann en Weber opgeleverd heeft.

De meeste handboeken spreken er van, dat bij het hart de elasticiteit van de spiervezel zich weldra na de verslapping moet doen gelden, aangezien het hart gedurende de contractie een' vorm aangenomen heeft, die bij den verslaptten toestand niet past. Hieronder wordt in het algemeen verstaan, dat, gelijk b. v. een elastieke holle kogel van caoutchouc, na door eene uitwendige kracht zamengedrukt te zijn, als die kracht opgehouden heeft te werken, in zijn' vroegeren uitgezette toestand terugspringt, zoo iets overeenkomstigs met het hart na het ophouden der contractie geschiedt. Ofschoon op het eerste gezigt deze voorstelling iets aannemelijks heeft, is de uitzetting van het hart op verre na niet zoo eenvoudig:

want niet alleen is de zamendrukkende kracht hier in het weefsel zelf gelegen en dus de elasticiteitsweêrstand van het weefsel door eene physiologische functie van datzelfde weefsel overwonnen geworden, maar ook die contractie verandert door hare meerdere of mindere grootte de uitrekbaarheid of den elasticiteits-coëfficiënt van haar substraat. Om deze zaak duidelijk te maken en geleidelijk voor te stellen, dienen wij de leer der elasticiteit en de wetten, die deze volgt, eenigzins uitvoeriger na te gaan.

Het geoorloofde van het naast elkander stellen van willekeurige spieren en de hartspier, wat deze physische eigenschap aanbelangt, vertrouw ik geen betoog te behoeven. Tot deze overeenkomst wordt men des te eerder genoopt, als men zich de door Matteucci en du Bois-Reymond gevondene volkomene overeenkomst tusschen willekeurige spieren en de hartspier, wat de electromotorische verhouding betreft, herinnert.

De resultaten, die Weber 1) verkreeg bij zijn onderzoek naar de elasticiteit van spieren, zijn deze:

De spieren worden gedurende hare werkzaamheid uitrekbaarder, hare elasticiteit wordt kleiner, welke elasticiteit omgekeerd evenredig is aan de uitrekbaarheid onder een bepaald gewigt. Zij worden dus, terwijl zij zich zamentrekken, bij eene constante spanning *wecker*, terwijl men tot nog toe, door ook op de van uitwendige omstandigheden afhankelijke spanning te letten, het tegenovergestelde aannam. De kracht, die eene spier bezit,

1) R. Wagner, Handwörterbuch der Physiologie. Art. Muskelbewegung.

is afhankelijk van hare elasticiteit en in zaâmgetrokken toestand bezit eene spier dus minder kracht dan in den toestand van rust.

De normale «levende» spier bezit in toestand van rust eene geringe maar zeer volkomene elasticiteit, en in het gebruik van een deel dezer elasticiteit in het ligchaam is de verklaring gelegen van het terugtrekken eener spier, na doorsnijding van hare pees, zelfs in rust; dit verschijnsel moet niet door den tonus der spieren verklaard worden, om reden bij alle spieren in ons ligchaam de afstand harer punten van inplanting grooter is dan de lengte der uitgesnedene spier.

Het hoofdbeginsel der proeven, waardoor Weber tot het bovengenoemde besluit aangaande het toenemen der uitrekbaarheid bij zamentrekking kwam, was dit: hij bepaalde eerst de lengte der spier in *rust* en zonder belasting (l), en de natuurlijk veel kleinere lengte (λ) derzelfde spier, zonder belasting, maar in zamengetrokken toestand. Vervolgens belastte hij de spier in rust met een gewigt (p), waardoor zij tot de lengte (L) uitgerekte werd, dan prikkelde hij de zoo belaste spier, waardoor zij zich tot de lengte (A) zamentrok. Uit deze gegevens vond hij nu de door het gewigt bewerkte uitrekking voor ééne

lengte-eenheid aldus: voor de spier in rust $\frac{L-l}{l}$, voor

die in zamentrekking $\frac{A-\lambda}{\lambda}$. Deze maten van uitrekking

voor ééne lengte-eenheid deelde hij in het aangehangene gewigt p en vond zoo de elasticiteits-coëfficiënten. Die van de rustende spier bleek daarbij grooter te zijn dan die van

de zamengetrokkene. — Volkmann heeft deze proeven herhaald en dezelfde uitkomsten verkregen, waarbij hij nog aangevoerd heeft, 1) zoo als boven vermeld is, dat de horizontaal liggende spier op dezelfde wijze zich verkort en verlengt als de verticaal opgehangene, bij welke de eigene zwaarte en het aanhangende gewigt aan de verkortende kracht weêrstand bieden, waaruit hij, onder anderen, ook tot het bestaan van eene «inwendig verlengende kracht» besloot.

Later heeft Volkmann 2) tegen de methode van Weber bezwaren ingebracht en die proeven gewijzigd, die hem nu tot geheel andere uitkomsten voerden. De eerste zijner methoden, waarbij hij zoo veel mogelijk de voorwaarden, zoo als zij in het leven zijn, trachtte na te bootsen, bestond hierin, dat hij de uitrekking der geprikkelde spier niet berekende uit hare natuurlijke lengte en die, welke verkregen was door haar in rust te bezwaren en dan te prikkelen, maar hij bracht de belasting eerst dan aan, als de spier bezig was zich zamen te trekken. Hiertoe was het gewigt op een onderstel geplaatst, waarvan het door de spier opgeheven werd. Op deze wijze vond hij de uitgerekte lengte der zamengetrokkene spier geringer dan in Weber's proeven, evenwel nog grooter dan die van de spier in rust. Volgens eene tweede methode vond hij deze beide elasticiteits-coëfficiënten even groot; zij bestond voornamelijk hierin, dat het gewigt, het-

1) Ber. der Kön. Sächs. Ak. Math-Phys. cl. 1851.

2) A. W. Volkmann. Commentatio de elasticitate musculorum. Programm, Halle, 1856, en Berichte über die Verhandlungen der Kön. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig 1856.

welk de spier van hare natuurlijke lengte λ op de daarmede te vergelijkene lengte A bragt, eerst op het oogenblik der grootste verkorting aangehangen werd. In eene derde rij van proeven belastte Volkmann de spier eerst dan, wanneer hare kracht aan de zwaarte van het aangehangene gewigt gelijk was; door heen en weêr te beproeven, werd namelijk die verhouding verkregen, dat de spier, wanneer zij gedurende de zamentrekking het gewigt aanvatte, het nog even droeg. In dit oogenblik is de lengte der spier, volgens Weber's opvatting, de natuurlijke lengte der samengetrokkene spier, vermeerderd met de uitrekking, en bij deze proeven bleek de uitrekbaarheid zelfs kleiner te zijn dan die der spier in rust. Uit deze uitkomsten blijkt volgens Volkmann, dat Weber den invloed der bij eene en dezelfde zamentrekking geborene vermoeijing veronachtzaamd heeft; hij veroordeelt daarom de wijze van proefneming van Weber en toont uitvoerig het gemis van vergelijkbaarheid van diens proeven onder elkander aan, waarom de uit deze afgeleide theorie der elasticiteit geene geldigheid bezit. Uitvoeriger hierover uit te wijden, zou met ons doel strijden. Dit alleen melden wij nog, dat Volkmann's proeven genomen werden met den *musc. hyoglossus* van den kikvorsch, dat inductieslagen als prikkels aangewend en de zamentrekkingen met behulp van het *myographion* opgeteekend werden.

Weber heeft hierop 1) zijne stelling, dat de uitrekbaarheid

1) Kritische und experimentelle Widerlegung, u. s. w. in Ber. der K. Sächs. Ak. d. W. zu Leipzig 1857.

van de spier bij contractie grooter is dan die van de spier in rust, tegen Volkmann verdedigd. Hij beweert verder, op grond van nieuwe proeven, dat de uitrekbaarheid van de werkzame spier geenszins kleiner is, wanneer zij het nitrekkend gewigt minder of in 't geheel niet opheft. Wel worden daardoor, dat men aan de spier het meer of minder opheffen van het aanhangend gewigt bespaart, het toenemen der vermoeijenis en haar invloed op de waarneming verlangzaamd. De uitkomsten, door Volkmann zoo verschillend van de zijne verkregen, leidt Weber uit twee oorzaken af, die hij fouten van diens methode noemt. De eerste is de berekening der uitrekbaarheid, die Volkmann aldus verrigt: hij trekt de natuurlijke lengte der spier van de uitgerokte af en deelt dit verschil door de natuurlijke lengte. Naar Weber moet men de lengte bij eene geringere belasting aftrekken van die, bij eene zwaardere belasting verkregen, en dit verschil eerst door de rekenkunstig middenevenredige tusschen die beide lengten en vervolgens door het verschil der beide belastingen deelen, op welke wijze men dan de maat der uitrekbaarheid vindt voor eene belasting, welke tusschen de beide gebruikte in ligt. De tweede is die, dat Volkmann, zijne proeven doende met den *m. hyoglossus* van den kikkorsch, de gewigten aan den punt der tong ophangt, en Weber meent, dat daarbij niet alle vezels der spier, om reden zij niet allen tot aan de punt der tong komen, gelijkmatig belast worden. Weber zelf had bij zijne vroegere proeven de gewigten aan den wortel der tong bevestigd en vindt dezelfde verkeerde uitkomsten als Volkmann, indien hij diens handelwijze volgt. — Eindelijk

tracht Weber het verkeerde aan te toonen van Volkmann's voorstelling aangaande den arbeid der spieren, welks resultaat deze afhankelijk stelt van twee, van elkander onafhankelijke, eigenschappen der spier: hare contractiliteit en elasticiteit, van welke de invloeden in denzelfden of tegenovergestelden zin zich op den uitslag van den arbeid kunnen doen gelden. Weber vindt deze voorstelling onjuist en tracht dit door vergelijking met soortgelijke naast elkander staande eigenschappen van anorganische lichamen te doen blijken. Wij behoeven op dit en andere bewijzen niet dieper in te gaan en melden slechts, dat door Volkmann 1) naar onze overtuiging voldoende aangetoond is, dat Weber's hypothese van identiteit der elastische en contractiele krachten verre is van bewezen te zijn, ja dat zelfs uit de proeven van Weber, welker uitkomsten hij graphisch daarstelt, en die zouden dienen tot het vinden van eene wet der uitrekbaarheid, niets is af te leiden. Hij toont verder door eene uitgebreide reeks van proeven aan, dat al wat Weber aan te merken vindt op zijne wijze van proefneming, zoowel wat methoden en berekening als wat het in acht nemen van vermoeijing, enz., betreft, allen grond mist, en dat de geldigheid van de door hem verkregene uitkomsten boven allen twijfel verheven is. Hij vervolgt met Weber's methode van prikkeling door tetanisatie te veroordeelen en het doel, waarmede Weber meent, dat zijne proeven genomen zijn, namelijk het

1) Versuche und Betrachtungen über Muskelcontractilität von A. W. Volkmann.

wederleggen van diens theorie, te ontkennen en toont aan, dat uit deze slechts bewezen wordt :

1^e. dat de proeven van Weber over uitrekbaarheid van spieren met elkander niet vergeleken kunnen worden, en daarom ongeschikt zijn, om er algemeene gevolgtrekkingen uit te maken, en

2^e. dat de elasticiteits-theorie, welke Weber als de eenige geldige beschouwt, ongeschikt is tot zoodanige ontwikkeling als de exacte wetenschappen eischen.

Toetsen wij hetgene wij bij het hart zien aan de boven vermelde resultaten, dan zien wij, dat het hart, wat zijne absolute krachtsuiging betreft, onder dezelfde, door Volkmann zoozeer veroordeelde ongunstige voorwaarden verkeert, als waaronder Weber zijne spieren geplaatst had. Even als deze de spieren vóór de zamentrekking door gewigten uitrekte, zoo wordt door de drukking en snelheid, waarmede het bloed tot het hart terugkeert en de verhoogde spanning, waarin de kamerwanden door de zamentrekking der boezems geraken, bij de systole, vooral op het einde van deze, het nut van den arbeid verminderd door het toenemen der uitrekbaarheid. Hierom wordt voor de uitdrijving van de laatste hoeveelheid bloed uit de kamers, die men algemeen aanneemt, dat geheel ontledigd worden, een meerdere arbeid van het hart gevorderd, dan anders het geval zou geweest zijn.

Bovendien komt de arbeid, die in deze uitrekking weggelegd is, niet geheel wederom ten nutte aan het bloed; een groot deel daarvan gaat verloren. Dat het hart zich,

namelijk, tot een' zekeren graad zou zamentrekken, en alsdan de volledige uitdrijving van het bloed aan de elasticiteit zou overlaten, is niet aannemelijk, zelfs strijdig met alle analogie.

Men zou met eenigen grond hiertegen de objectie kunnen aanvoeren, dat door die grootere uitrekbaarheid het hart meer bloed bevatten kan, en dus telkens eene grootere hoeveelheid uitgedreven wordt. Alhoewel de waarheid hiervan onbetwistbaar is, ontnemt het echter aan ons betoog niet het minste van zijne waarde. Nemen wij eenmaal aan, dat er, om in het verlies van arbeid in het vaatstelsel te voorzien, elk oogenblik eene zekere hoeveelheid bloed met een bepaald arbeidsvermogen begaafd, toegevoegd moet worden, dan zou, zoo als ik beweerde, met geringer stofverbruik in de hartspier, hetzelfde op eene andere wijze verkregen zijn geworden als nu het geval is. Zoo als toch Volkmann aantoonde, verrigten de spieren, die uitgerekt zijn, niet alleen minder arbeid dan de niet uitgerekte, maar de vermoeijing, en bij gevolg de invloed van deze op den arbeid, neemt bij de eerste in het algemeen sneller toe dan bij de laatste. Bovendien staan de betrekkelijke waarden der uitrekbaarheid in het algemeen tot elkander als 1 : 2, wederom ten voordeele van de niet uitgerekte spier; zoodat, wat de doelmatige besteding van den hartsarbeid betreft, hier een groot deel van dezen verloren gaat.

Hiermede vervalt ook de bewering van Fick 1), bij zijne beschouwing over het verbruik van den arbeid in het

1) Dr. A. Fick. Die medicinische Physik. pag. 144.

vaatstelsel, dat het overschot van levende kracht en drukkracht, aan het einde van de bloedsbaan aanwezig, geheel bewaard bleef, daar het de uitzetting van het hart ten koste zijner elasticiteit bewerkte en dus bij de systole teruggegeven werd.

Bij deze beschouwing zeggen wij het evenwel Volkmann volmondig na: «es lässt sich denken, dass die Vernachlässigung eines uns sichtbaren Zweckes die Grundbedingung der Erreichung eines wichtigern, uns nicht sichtbaren, enthielte.»

Er blijkt verder, dat van eene uitzetting van het hart, na zamentrekking, door *elasticiteit* geen de minste sprake kan zijn; hare voorname oorzaak hebben wij reeds boven naar vermogen besproken.

Wat overigens de verhouding van de elasticiteit hierbij aangaat, zal bij de voortgaande actieve uitzetting de elasticiteitscoëfficiënt al door veranderen en wel om de bovenvermelde reden grooter worden. Gelijk verder bij het verrigten van arbeid de verkorting der spier in elk moment de resultante is van den graad der zamentrekking, en van den elasticiteitscoëfficiënt, dien de spier in dat oogenblik bezit, of anders van de uitrekking, die zij door het gewigt ten koste harer elasticiteit ondergaat, zoo zal de lengte der spier bij de relaxatie in elk oogenblik de resultante wezen van den graad der uitzetting en den elasticiteitscoëfficiënt, die daarbij aanwezig is. Op dezelfde wijze als wij den elasticiteitscoëfficiënt met de zamentrekking kleiner zien worden, zoo neemt hij met de uitzetting toe.

Daar nu bij de uitzetting van het hart nog de kracht

van instroomend bloed, enz. komt, zoo zal de graad van uitzetting in elk oogenblik grooter zijn dan de werking der relaxatio en de elasticiteitsoëfficiënt zouden medebrengen, om reden ten koste van de elasticiteit de spiervezel door de genoemde kracht langer wordt. Beschouwen wij de voorwaarden, waaronder zich de Mm. papillares bevinden, dan zien wij, dat deze eerst eenigen tijd na het begin harer zamentrekking, de drukking, die de klapvliezen ondervinden, behoeven te weêrstaan. Zij kunnen dus, wat de voorwaarden betreft, waaronder zij arbeiden, vergeleken worden met die spieren, aan welke Volkmann eerst gedurende hare zamentrekking den last aanbragt en van welke hij het toenemen der uitrekbaarheid bij contractie geringer vond, dan die der volgens Weber's methode belaste spieren. Wij mogen hierom tot hetzelfde besluiten voor deze tepelvormige spieren, in vergelijking met den overigen spiertoestel van het hart.

Onder de momenten voor de uitzetting van het hart, die van zijne anatomische structuur afhankelijk zijn, behoort in de eerste plaats het beloop zijner spierbundels, waaruit, in verband met het voorgaande, belangrijke conclusiën zouden te maken zijn. Maar aangezien dit beloop zoo zamengesteld en, ten gevolge van dien, voor het grootste deel onbekend is, zijn wij daartoe niet in staat. Verder behoort hieronder nog die eigenaardige verhouding zijner voedende vaten, de art. coronariae, van welke de invloed in de volgende § nagegaan wordt.

§ 2.

De momenten voor de uitzetting van het hart, die door den invloed van dit orgaan op het bloed geboren worden, zijn van onderscheiden aard. In de eerste plaats hebben wij het verschil in drukking, waaronder het slagaderlijk bloed in den aanvang, en het aderlijk bloed aan het einde van de bloedsbaan staan, hetwelk, zoo als bekend, de eenige oorzaak der circulatie is. Verder de periodieke drukverhooging, die het bloed bij elke systole in het slagaderlijk systeem ondervindt, de hiervan afhankelijke vermeerdering der spanning van de wanden der aorta en art. pulmonalis en de evenzeer daarvan afhankelijke sterke vulling en verhoogde spanning der art. coronariae. Eindelijk komt, zoo als van zelf spreekt, hierbij nog de zamentrekking der boezems, die de uitzetting der kamers voltooit.

Gaan wij de snelheid en drukking na, waarmede het

aderlijke bloed op het einde zijner baan bedeed is, dan zien wij, dat, volgens het schema, hetwelk men gewoonlijk van den bloedsomloop geeft, voorondersteld wordt, dat het bloed op het einde zijner baan beide snelheid en drukking verloren heeft, en de geheele door het hart medegedeelde arbeid en arbeidsvermogen in den omloop verbruikt zijn. Uit den aard der zaak blijkt, dat, indien het hart tot zijne uitzetting van het terugstroomende bloed hulp ontvangen zal, niet de geheele arbeid en arbeidsvermogen in de bloedsbaan verbruikt mogen zijn.

Hiertegen schijnen nu evenwel de resultaten, die de meting van deze opleverde, te pleiten, Ludwig en Mogk 1), namelijk, bepaalden, met behulp van het Spenglersche mondstuk, de drukking in de venae cruralis en jugularis van dieren, en vonden haar daarin negatief, zoodat er, indien wij van de waarnemingen, hieromtrent door Volkmann gedaan, om reden hij zijne methode niet juist mededeelt, afzien, van aanwezigheid van spankracht geen de minste sprake kan zijn. Vervolgens met het gewijzigde Spenglersche mondstuk experimenterende, waardoor zij de levende kracht omgezet in drukkracht bepaalden, vonden zij voor deze kleine, maar positieve waarden (10—20mm kwikzilver). Gaan wij evenwel deze verhouding bij den mensch na, dan zien wij, dat, althans voor het bloed der vena cava superior en der venae pulmonales, de zwaartekracht ver-

1) Ueber die Stromkraft des venösen Blutes in dem Hohlader-system, in Zeitschr. f. rat. Med. B.III.S.33.

hooging van de drukking, waarmede het in het hart aankomt, moet geven. Herinneren wij ons verder, dat de bloedsdrukking in de vena cava inferior nog aanmerkelijk moet zijn, zal haar lumen door de aanzienlijke drukking, waaronder zij met de buksingewanden staat, niet verdwijnen, dan mogen wij gerustelijk aannemen, dat in het algemeen de spankracht van het bloed in de venae cavae bij den mensch nog aanzienlijk is en dus in vereeniging met de levende kracht, hoe gering die ook zij, het hare toebrenge tot de uitzetting van den rechter boezem.

Wat den linker boezem betreft, zoo is de overschietende levende kracht in de venae pulmonales, aangezien hare gezamenlijke capaciteit veel kleiner is dan die der art. pulmonalis, vrij aanzienlijk en de omzetting van deze in drukkracht zal ongetwijfeld de uitzetting bevorderen.

Op de bovenvermelde door de systole verhoogde spanning van de wanden der aorta en art. pulmonalis heeft Bruecke, voor zoo verre wij weten, het eerst oplettend gemaakt, wat, namelijk, haren invloed op de uitzetting van het hart aangaat. Hij toont aan 1), dat door het plotselinge toenemen der drukking de wanden in beide rigtingen, zoo als natuurlijk is, ten koste hunner elasticiteit uitgerekt worden.

1) Sitzungsber. der K. Akad. Mathem. naturw. Klasse. B. 14. S. 345.

Het lumen wordt grooter, zoo als de waarneming bij alle slagaderen leert, en de strekking in de lengte benevens de daarvan afhankelijke daling van de basis van het hart neemt men, bij geopende borstkas, gedurende de systole steeds waar.

Hieruit volgt, dat, na het ophouden der systole door de zamenkrimping der vaatwanden, de basis van het hart opgeheven en de daarin geplaatste ostia venosa, als het ware, over het bloed in de boezems heengeschoven worden.

Algemeen bekend is het, wat ook reeds langen tijd geleden waargenomen was, hoe bij plotselinge vermeerdering der hoeveelheid bloed en verhooging van de bloeddrukking in het slagaderlijk systeem door de systole het lumen der slagaderen toeneemt. Dat hierbij, ten gevolge van het verschil in weêrstand aan die drukking op verschillende plaatsen van gebogene of gekronkelde slagaderen, in deze de neiging ontstaat tot het overwinnen van die bogten of kronkels, en men alsdan eene plotselinge strekking van zoodanige slagaderen waarneemt. Dit feit werd reeds vóór verscheidene jaren meer in het bijzonder toegepast ter verklaring van de uitzetting der vlokken in het darmkanaal. Wanneer namelijk door de zamentrekking der in de lengterigting en kringvormig verloopende door Bruecke ontdekte spiervezels deze vlokken van haren inhoud zoowel bloed als chyl zijn ontledigd geworden, zullen door de spanning van het indringende bloed niet alleen de kleine slagaderen der vlok gevuld, maar ook,

voor zooverre zij gebogen of gekronkeld verlopen, gestrekt worden. Dat hierbij als het ware door erectie de vlokken in lengte en dikte toenemen en door deze uitzetting in de holten der vlok eene negatieve drukking geboren wordt, die als hoofdmoment voor het opnemen van den inhoud der darmen beschouwd moet worden.

Dit zelfde beginsel is later door Bruecke 1) bij zijne beschouwingen over de «Selbststeuerung des Herzens» op de uitzetting van het hart toegepast. In deze gaat hij de drukverhoudingen in de art. coronariae na, gedurende en na de systole, en neemt de sluiting harer mondingen door de valv. semilunares bij de systole aan, waarvan de bekende strijd tusschen hem en Hyrtl het gevolg is geweest, dien wij als voor ons doel van geen belang ter zijde laten.

Eene aanmerkelijke hulp, zoo gaat hij hoofdzakelijk verder voort, verschaft bij de uitzetting het bloed, dat in de kransslagaderen dringt, daar het met groote energie de wanden der kamers uitzet, welke vooronderstelling daardoor zekerheid verkrijgt, dat men uitzetting der kamers ook op doode harten waarneemt, indien men de art. coronariae onder hooge drukking vult. Een verder moment tot vulling der kamers zou gelegen zijn in het streven van het hartzakje en de deelen, waaraan het bevestigd is, om in die ligging terug te keeren, die zij vóór de systole hadden. Deze argumentatie bekennen wij niet wel te begrijpen. Wij merken alleen nog op, dat Bruecke

1) Sitzungsber. d. K. Akad. Math-naturw. Kl. B. 14. S. 345.

eindelijk in zooverre nog aan den bloedstroom, die gedurende de diastole in de kransslagaderen treedt, invloed op de vulling der kamers toeschrijft, als, namelijk, de grootere stammen de wanden der kamers nog uitzetten, wanneer reeds de werking der kleinere takken, welke de boezems verzorgen, door de vroeger beginnende zamentrekking der *musc. pectinati* overwonnen is.

Van het boven door Bruecke vermelde feit hebben wij ons herhaaldelijk overtuigd. Bij het met eene zekere kracht in de *art. coronariae* inspuiten van water, namen wij, bij harten van menschen, zoogdieren en vogels, steeds eene meer of minder sterke uitzetting van de wanden der boezems en kamers waar. Bovendien hebben wij nog beproefd de hoegrootheid der zuigkracht bij deze uitzetting te bepalen. Hiertoe bragten wij b. v. voor het linkerhart eene glazen buis, in eene der *venae pulmonales* stevig bevestigd, welke door middel van eene dikwandige caout-chouc buis met een manometer, met water gevuld, verbonden werd. De overige *venae pulmonales* en de aorta werden dicht gebonden, terwijl wij in de linker *art. coronaria* stevig eene buis bevestigden, die met een drukvat in verbinding stond, waaruit stootsgewijs door middel van een kraan water onder drukking van 3 à 4 meters verkregen werd. Het hart werd aan de groote vaten opgehangen en de punt meer of min gesteund. Op deze wijze vonden wij voor het linkerhart eener oude vrouw met vrij dunne wanden, dat het water 50mm in den eenen arm van den manometer opklom en dus, de doorsnede der manometerbuis 6mm bedragende ($r^2 \pi h = 28.26\text{mm} \times 50 = 847.8$ kub. millim. water), de ruimte in het linker-

hart met 847.8 kub. millim. vermeerderd was en de lucht in die ruimte onder 60mm negatieve waterdrukking stond. Soortgelijke, maar meestal geringere uitkomsten verkregen wij op harten van honden, kalveren en varkens, en constateerden aldus het ontstaan van zuiging bij vulling der art. coronariae zoowel voor het linker als rechterhart. Meermalen merkten wij op, dat bij voortgaande stootsgewijs bewerkte inspuitingen, de uitzetting, telkens verkregen, in grootte afnam en de oprijzing van het vocht in den manometerarm telken reize minder werd. Zoo zagen wij b.v. voor het rechterhart van een varken, dat de eerste instuwing van water in de art. coronaria dextra eene rijzing in de manometerbuis van 6mm ongeveer bewerkte, de daarop volgenden slechts 5mm, 4mm, en eindelijk geen rijzing verkregen werd, terwijl na eenigen tijd rust de uitzetting weér even groot was als de eerste maal, om op ongeveer dezelfde wijze tot niet te dalen. Dit verschijnsel moet natuurlijk op deze wijze verklaard worden, dat de tijd tusschen de inspuitingen, bij de bestaande spanning van het vocht in de kransslagader, niet toereikend was, om eene voldoende hoeveelheid vocht in de ven. coronaria te doen overgaan of anders, dat in den vrijen tijd tusschen de inspuitingen de drukking in de art. coronaria niet zooveel verminderde, om bij de inspuiting tot die hoogte te klimmen, dat zij op nieuw uitzetting van het hart gaf. Ofschoon deze tusschentijden gelijk of zelfs grooter waren, dan die in het leven tusschen twee uitzettingen van het hart bestaan, volgt hieruit echter niet, dat in het leven vulling en afwisselende verhooging der drukking in

de art. coronariae geene uitzetting te weeg zouden brengen. Bij het leven toch vermindert de drukking in de art. coronariae gedurende de systole aanmerkelijk, door de ontleding der kleine slagaderlijke stammen en haarvaten, welke inhoud door de omringende zaâmgetrokkene spiervezels in de aderen gedreven wordt. Ten gevolge van dien zal de plotseling toenemende drukking bij het einde der systole aanmerkelijken invloed op de uitzetting der hartwanden kunnen hebben.

Ten besluite hiervan zij nog een afdoende proef medegedeeld, die het voorgaande volkomen bewijst. Ik nam een varkenshart, onderbond daaraan de art. pulmonalis en alle venae behalve de vena cava superior en eene der venae pulmonales, in welke ik twee glazen buizen stevig bevestigde en deze door caoutchouc-buizen aan twee met water gevulde manometers verbond. Het hart werd aan de art. pulmonalis en eenig vet, boven de boezems aanwezig, opgehangen, de punt een weinig gesteund en de aorta, na onderbinding der 3 hoofdstammen, aan den arcus afgesneden en aldus met het bovenvermelde drukvat verbonden. Door het instroomende water werden de valv. semilunares gesloten en drong het vocht met gelijke kracht in beide art. coronariae. De uitslag, dien ik bij de plotselinge vulling der art. coronariae waarnam, was van aanbelang. Door de uitzetting van de beide helften van het hart toch zag ik het niveau in de manometerbuis van het linkerhart 5mm, dat in de manometerbuis van het rechterhart 7mm slijgen. Deze verrassende uitkomst bleef zich bij herhaling gelijk, zoodat ik vooronderstellen mag, dat de zuiging van het hart, van vulling der art.

coronariae afhankelijk, proefondervindelijk bewezen is. Dat haar invloed bij het leven van meer gewigt is, volgt uit den weêrstand, dien levende spieren, veel minder dan doode, aan uitrekking bieden.

§ 3.

Den belangrijken invloed, dien de plaatsing van het hart in de borstholte en de verrigting der adembaling op de uitzetting hebben, moeten wij ons aldus voorstellen. De inademingspielen verwijden bij hare werking de holte der borstkas; de drukking, waaronder de lucht in de longen staat, wordt geringer dan die der atmospheer; ten gevolge hiervan vloeit lucht bij geopende stempleet in de longen, deze worden uitgezet, maar blijven steeds in aanraking met den borstwand. De neiging, die de longen door de elasticiteit van haar weefsel bezitten om samen te krimpen, geeft geringere drukking buiten haar. Na eene gewone uitademing bedroeg deze bij den mensch nog $7\frac{1}{2}$ mm kwik; door de sterkere uitzetting, die zij bij de inademing ondergaan, wordt die negatieve drukking buiten haar grooter, zoodat zij na eene gewone inademing 9mm en na eene zoo diep mogelijke inademing ten minste 30mm wordt. (Donders, Nederlandsch Lancet V. 555.)

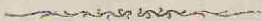
Onder deze drukking bevinden zich alle in de borstholte bevatte buiten de longen gelegene organen, bij gevolg ook het hart, de plaats, waarheen het aderlijke bloed

vloeit. Niet alleen bevordert deze negatieve drukking de uitzetting van het hart, daar zij in denzelfden zin als deze werkt, maar hieruit volgt ook, dat naar het hart toe eene zuiging van het vocht met aanmerkelijke kracht geschiedt, en daar de kracht, waarmede het bloed opgezogen wordt, op dezelfde wijze werkt als of zij het van achteren opstuwde, begrijpen wij, hoe zij bijdragen kan tot de uitzetting. Haar invloed zal natuurlijk bij inademing grooter zijn dan bij uitademing, evenwel bij de laatste nog vrij aanzienlijk wezen.

In den kleinen bloedsomloop wordt het bloed van eene plaats, waar geringere drukking bestaat, het hart, naar zulk eene, waar zij hooger, namelijk van één atmosfeer is, de oppervlakte der longcellen, heengestuwd. Door de zamentrekking van de regterkamer wordt dit verschil overwonnen, maar komt natuurlijk aan het naar den linkerboezem terugstroomende bloed ten goede, waarvan uitzetting van dezen mede het gevolg is.

Als bijkomend moment voor de uitzetting mogen wij den invloed van spierbeweging op het aderlijk bloed niet vergeten. Zoo als men zich herinnert, ondervinden ten gevolge der aanwezigheid van klapvliesen en bijkomende drukking harer wanden door zamentrekking van spieren, waar zij tusschen deze verlopen, de bloedsbeweging en drukking in de aderen eene aanmerkelijke vermeerdering, gelijk experimenteel door Poiseuille en later door Ludwig en Mogk aangetoond is. Deze vermeerdering van drukking en snelheid moet noodzakelijk een grooter overschot van arbeid en arbeidsvermogen van het aderlijk bloed aan het einde zijner baan doen ontstaan, hetwelk dit alsdan aan

het hart overgeeft. De uitzetting geschiedt dus sneller en vollediger, ten gevolge waarvan de zamentrekking spoediger intreden kan en aldus aanleiding gegeven wordt tot de snellere hartswerking, die na verhoogde spierwerking pleegt op te treden.



Vatten wij, ten slotte, kortelijk alles te zamen, wat wij hierboven over de oorzaken der uitzetting medegedeeld hebben.

Na het einde van de systole der boezems zetten zich de wanden door de relaxatie der daarin bevatte spieren en de spanning in de arteriewanden uit, de mondingen der toevoerende aderen openen zich, en het met drukkracht en levende kracht voorziene bloed vult de holte en brengt de wanden onder aanmerkelijke spanning.

Na het ophouden van de systole der kamers zullen zich deze door de relaxatie harer spierwanden uitzetten, en wel met grootere kracht dan de boezems wegens het aanmerkelijk verschil in dikte der wanden.

Bruecke 1) acht de dikte dezer wanden, om de tegenwerkende zwaarte van de spiermassa, belemmerend voor de uitzetting, om reden zij het vermogen der elasticiteit vermindert. Dat deze omstandigheid vrij onverschillig is, blijkt voldoende uit het vroeger medegedeelde, en het

1) Sitzungsber. d. K. Ak. d. Wiss. B. 14. S. 345.

bezwaar van Bruecke berust slechts op eene verkeerde voorstelling van de verhouding der elasticiteit tot de relaxatie der spier.

Ten gevolge van de relaxatie der mm. papillares rijzen de veneuse kleppen op, het bloed stroomt vrijelijk uit den boezem in de kamer en de zamentrekking van den eersten voert de vulling en de spanning der kamerwanden ten top. Het plotselinge hiervan zal de uitrekking ten koste der elasticiteit over het peil heendrijven, dat zij anders bereikt zou hebben. De evenwigtstoestand in de spanning der kamerwanden, die het gevolg van de uitzettende kracht bij den gegebenen elasticiteitscoëfficiënt is, wordt ten koste der elasticiteit overschreden en slaat dus, volgens de algemeene wet der schommelingen, om een evenwigtstoestand, over het rustpunt heen, om vervolgens terug te keeren, aan de andere zijde er over heen te slaan, en dus verkleining van de hartholte te geven, die door de intredende zamentrekking ten einde toe vervolgd wordt.

Wij mogen onzen arbeid niet besluiten, zonder met een enkel woord van de pogingen melding te maken, die anderen en ook wij gedaan hebben, om de *zelfstandige* uitzetting van het hart aan te toonen.

Daar het bestaan van eene zuiging van het hart deze uitzetting, zoo als oppervlakkig toeschijnt, voldingend bewijst, moeten wij Wedemeijer, Poiseuille en in het bijzonder Vict. Weyrich, «de cordis adspiratione experimenta.

Dorpat 1855.» vermelden, als hebbende, op meer of minder voldoende wijze, het bestaan van deze aangetoond. Wat de bewijskracht van de proefnemingen der beide eersten betreft, zoo is deze voor het grootste deel door Weyrich ontkend. De zuiging van het hart is door zijne zorgvuldige proeven wel aangetoond, maar het besluit tot eene actieve uitzetting van het hart, dat hij uit deze afleidt, wordt met grond door Ludwig ongeoorloofd geacht, aangezien de uitslagen, op het kymographion door hem waargenomen, uit de negatieve golven bij de diastole ontstaande verklaard kunnen worden.

Hierom hebben wij getracht, de zuiging van het hart direct aan te toonen en aldus de actieve uitzetting te bewijzen. Daartoe bragten wij bij konijnen in de vena cava inferior een glazen buis, gevuld met eene oplossing van sulphas sodae, ten einde de stolling van het bloed tegen te gaan, en voerden deze tot aan den regter boezem in de hoogte. Om den invloed van de negatieve drukking in de borstkas en dien van het terugstroomend bloed op de uitzetting te ontgaan, werd de borstkas geopend en de vena cava superior onderbonden, waarna wij van het in de buis bevatte vocht eene op- en neêr gaande beweging waarnamen, die isochroon was met de hartswerking. Namen wij, door de aorta te openen, ook den invloed op de uitzetting weg, die van de art. coronariae afhankelijk is, zoo zagen wij, daar hierop het hart, na eenige onregelmatige zamentrekkingen, ophield te werken, zelfs déze bewegingen niet. Hieruit volgt, dat deze waarnemingen voor ons doel niets bewijzend zijn. Immers kunnen de bewegingen van het in de buis bevatte vocht in het eerste geval

ook verklaard worden, door de afwisselend verhoogde spanning van de wanden der vena cava bij de systole, die dan terugwerkende de uitzetting van den regter boezem te weeg brengt. Wij meenden nog ons doel te bereiken, door het hart met een weinig lucht er in, na afbinding van de af- en aanvoerende stammen, in een met vocht gevuld geheel gesloten vat te brengen, waarop een met vocht gevuld haarbuisje als verklikker stond. In dit vat, met laauw water gevuld, zagen wij een aldus handeld konijnenhart zich zamentrekken en uitzetten, waarbij het vocht in den verklikker daalde en rees.

Ook dit is evenwel niet bewijzend, aangezien de uitzetting hier afhankelijk is van de in de holte aanwezige lucht, die zich na zamendrukking wederom uitzet.

Eindelijk zijn wij op de navolgende wijze te werk gegaan en meenen aldus een voldoende uitkomst verkregen te hebben. Bij een konijn werd, na de gewone aetherbedwelming, de trachea geopend en daarin een geschikte buis hevestigd. Vervolgens hebben wij de boven vermelde met sulphas sodae gevulde glazen buis in de vena cava, van de buikholte uit tot aan den regter boezem opgevoerd, hierop de borstholte geopend en aldus het hart blootgelegd. Door afwisselende inblazing van lucht in de trachea word eene kunstmatige adembaling onderhouden, waardoor de zamengevallene longen uitgezet werden en, bij gevolg, aan het bloed uit de regterkamer eene vrije afvloeiing werd verzekerd. Ten einde zooveel tijd, als mogelijk was, te besparen, sloten wij de lumina van de vena cava superior en aorta met knijppincetten en openden de laatste tusschen hart en knijppincet, zoodat het slagaderlijk bloed

wegvloeide en de invloed op de uitzetting, van de art. coronariae afhankelijk, weggenomen werd. Na dit alles werd de sluiting aan het einde van de buis opgeheven en hebben wij de opneming van vocht uit deze door zuiging van het regter hart waargenomen. Wij aarzelen niet de oorzaak hiervan aan eene actieve uitzetting van het hart toe te schrijven.

THESES.



I.

Eene verklaring voor het ontstaan van den eersten hartstoon, die volkomen voldoet, bestaat niet.

II.

Ten onregte beweert Bruecke, dat de valvulae semilunares aortae de ostia der arteriae coronariae bij de systole sluiten.

III.

De physiologische contractie der spieren geschiedt niet zonder bemiddeling der zenuwen.

IV.

Man wird immer gut thun, erst nach Berücksichtigung aller übrigen Erscheinungen aus der Auscultation und Percussion den Schluss zu machen.

SKODA.

V.

Meermalen is Encephalomalacie niet van Apoplexie te onderscheiden.

VI.

De hypertrophie van het linker hart, ofschoon dikwijls bij apoplexie aanwezig, is zeldzaam hare oorzaak.

VII.

De drekbraking bij Ileus geschiedt zonder actieve bemiddeling der darmen.

VIII.

De mogelijkheid, dat bij Diabetes mellitus het uitgeschidene vocht het opgenomene in hoeveelheid overtreffen kan, is niet à priori te verwerpen.

IX.

Icterus kan ontstaan door terughouding der galbestanddeelen in het bloed.

X.

Richard's meening, dat de uitvloeiing van een bloedig serum uit de borsttepel als diagnostisch ken-teeken voor goedaardige gezwellen kan dienen, is onjuist.

XI.

Het ontstaan van purulente ophthalmie bij pasgeborenen is niet steeds aan besmetting door de moeder te wijten.

XII.

De Chloroform-anaesthesie behoort niet dan bij zeer pijnlijke en langdurige operatiën aangewend te worden.

XIII.

Bij dwarsligging der vrucht verdient het inbrengen van een tampon na het begin der baring aanbeveling.

XIV.

Den partus praecipitatus is het niet geoorloofd door drukking van het perinaeum of het hoofd te vertragen.
