



**Dissertatio physiologico-medica-inauguralis continens
disquisitiones de motu sanguinis ejusque stasi, quam ... pro
gradu doctoratus ... in Academia Rheno-Trajectina ... examini
submittit ... a.d. XI. m. Septembris, a. MDCCCLVII Guilielmus
Marius Gunning =**

<https://hdl.handle.net/1874/303855>

DISSERTATIO PHYSIOLOGICO-MEDICA-INAUGURALIS

CONTINENS DISQUISITIONES

MOTU SANGUINIS EJUSQUE STASI.

DISSERTATIO PHYSIOLOGICO-MEDICA-INAUGURALIS
CONTINENS DISQUISITIONES

DE

MOTU SANGUINIS EJUSQUE STASI,

QUAM,

ANNUENTE SUMMO NUMINE,

EX AUCTORITATE RECTORIS MAGNIFICI

LUDOVICI CHRISTIANI VAN GOUDOEVER,

MED., CHIR. ET ART. OBST. DOCT. ET PROF. ORD.,

NEC NON

AMPLISSIMI SENATUS ACADEMICI CONSENSU

ET

NOBILISSIMAE FACULTATIS MEDICAE DECRETO,

Pro Gradu Doctoratus,

SUMMISQUE IN

MEDICINA HONORIBUS AC PRIVILEGIIS

IN ACADEMIA RHENO-TRAJECTINA

RITE ET LEGITIME CONSEQUENDIS,

ERUDITORUM EXAMINI SUBMITTIT

GUILLIELMUS MARIUS GUNNING,

HORNANUS.

A. D. XI. M. SEPTEMBRIS, A. MDCCCLVII, HORA VII.



TRAJECTI AD RHENUM.

P. W. VAN DE WELJER, TYPIS MANDAVIT.

MDCCCLVII.



ONDERZOEKINGEN

OVER

BLOEDSBEWEGING EN STASIS,

DOOR

W. M. GUNNING.

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE GENEESKUNDE,
AAN DE UTRECHTSCHЕ HOOGESCHOOL.

11 September 1857.

UTRECHT,
P. W. VAN DE WELJER.

1857

Men is gewoon, onder de benaming *ontsteking*, eene reeks van verschijnselen zamen te vatten, die, niet omdat zij iets specifieks bezitten, maar wegens het eigenaardig karakter der voedingsstoornis, die zij te weeg brengen, als een geheel, als een *proces*, verdienen te worden opgevat. De wijze, waarop dit proces tot stand komt, is niet dan zeer onvolkomen bekend. Geen wonder derhalve, dat ten opzichte van de verklaring daarvan een groot verschil van opvatting heerscht. Men zoekt daarbij naar de verschijnselen, die het karakter der ontsteking bepalen en meende die in de reeds door CELSUS aangegeven cardinaalsymptomen, calor, rubor, tumor en dolor, te vinden. Het zijn deze symptomen, die beurtelings tot uitgangspunt voor de verschillende ontstekings-theorien hebben gediend.

Men zag daarbij intusschen over het hoofd, dat het meer of minder op den voorgrond treden dier verschijnselen louter van de anatomische structuur der aangedane deelen afhankelijk is en dat de roodheid in vaatlooze, de pijn in zenuwlooze, de zwelling in weinig uitzetbare deelen afwezig kan zijn, bij de onbetwistbare aanwezigheid van ontsteking. De verhoogde warmte, welligt het meest constante der cardi-

naalsymptomen, werd, als te weinig karakteristiek voor ontsteking en voor de waarneming meestal moeilijk toegankelijk, bij de verklaring daarvan spoedig buiten rekening gelaten.

Werkelijk werden de stoornissen in den bloedsomloop, met de daarvan afhankelijke ontstekingsachtige roodheid of stasis, tot voor korten tijd algemeen en worden ook nog in onze dagen door zeer velen als uitgangspunt der ontsteking beschouwd. Het ontstaan evenwel dier storingen wordt op verschillende wijze verklaard. Volgens sommigen zijn het de gevoelszenuwen, die, door eenigen prikkel aangedaan, door antagonistische paralyse der vaatzenuwen den tonus van den vaatwand verminderen en tot verwijding der vaten onder de normale bloeddrukking aanleiding geven. Die verwijding leidt tot verminderde stroomsnelheid en eindelijk tot stilstand van het bloed, met ophooping der ligchaampjes en verstopping der vaten (stasis).

Volgens anderen worden de slagaderen door den prikkel tot spastische zamentrekking gebragt. Of die zamentrekking als het gevolg van onmiddellijke aandoening van den vaatwand, dan wel van prikkeling der vaatzenuwen wordt beschouwd, blijkt niet met zekerheid. Uit den door zamentrekking vernaauwd toestand der vaten volgt verminderde toevoer van bloed naar de capillaria, onder geringere snelheid; daardoor ontstaat gewijzigde drukking in het haarvatenstelsel, die tot omkeering en botsing van stroomen aanleiding geeft, terwijl de bloedligchaampjes in den verlangzaamden stroom, ten gevolge van hun grooter specifiek gewigt, bezinken, zich langzamerhand ophoopen en ten slotte verstopping der capillaria te weeg brengen.

De eerste dezer beide theorien, de neuroparalytische, is vooral door HENLE krachtig aangedrongen. Hoe vernuftig uitgedacht, berust zij evenwel op onderstellingen, wier onhoudbaarheid door latere onderzoekingen is aangetoond. Vooreerst is de hypo-

these volgens welke prikkeling der gevoelszenuwen antagonistische paralyse der vaatzenuwen ten gevolge zoude hebben, onjuist. SNELLEN 1) heeft, onder anderen, aangetoond, dat de ontsteking op gelijke wijze verloopt, wanneer de gevoelszenuwen in een deel zijn doorkliefd, hetgeen irritatie uitsluit, en volgens zijne onderzoekingen, gelijk die van CALLENFELS 2), heeft prikkeling der gevoelszenuwen, als reflexie-verschijnsel, verhoogde werking der vaatzenuwen in hetzelfde deel ten gevolge. Wel ontstaat, gelijk door dezelfde onderzoekingen werd aangetoond, na de vernauwing der vaten door de tijdelijk verhoogde vaatzenuwwerking eene opvolgende verwijding dierzelfde vaten, maar deze is altijd secundair. Terwijl dus ten slotte het resultaat van de prikkeling der gevoelszenuwen hetzelfde is als HENLE in zijne theorie aangeeft, ligt eene tweede onjuistheid dier theorie hierin, dat zij de bedoelde vaatverwijding in het haarvatenstelsel laat tot stand komen; immers de haarvaten bezitten geene contractiliteit en zijn daarom voor geene van het zenuwstelsel afhankelijke verandering van lumen vatbaar. Wat eindelijk den invloed der vaatverwijding op de stroomsnelheid aangaat, deze wordt slechts ten deele juist opgevat. Zeker is het, dat, bij gedeeltelijke verwijding van een vat, de snelheid van den bloedstroom in dezelfde rede zal afnemen als de wijdte van het vat is toegenomen, maar ook alleen in het bijzondere geval, dat de verwijding gedeeltelijk is. Strekt deze zich daarentegen over een geheel vat uit, tot aan zijne inmonding in een grooter vat, dan zal, bij onbelemmerden bloedstoevoer, de stroomsnelheid, ten gevolge van den verminderden weêrstand, noodzakelijk moeten

1) De invloed der zenuwen op de ontsteking proefondervindelijk getoetst door H. SNELLEN. Utrecht, 1857 p. 29.

2) CALLENFELS, onderzoekingen over den invloed der vaatzenuwen op den loop en den warmtegraad. Utrecht 1855. p. 48.

toenemen, gelijk de hydrodynamica leert, en door tal van waarnemingen, ook op het zwemvlies van den kikvorsch, ten duidelijkste wordt bevestigd.

Wat de zoogenaamde spasmodische theorie van BRUECKE betreft, deze kan evenmin als die van HENLE, bij eene juiste waardering der bekende feiten, worden staande gehouden, en ofschoon BRUECKE de stasis niet in alle gevallen van vernauwing der toevoerende slagaderen laat hangen, dwaalt hij onzes inziens, wanneer hij die, welke onder den invloed van ammonia ontstaat, daarvan afhankelijk stelt. Wij komen later bij de uiteenzetting onzer waarnemingen op een en ander nader terug.

Is alzoo noch de theorie van HENLE noch die van BRUECKE is staat, eene bevredigende verklaring van de stasis te geven, veel minder mogen zij op den naam van ontstekings-theorien aanspraak maken. Immers, gesteld al, wat evenwel hoogst twijfelachtig is, dat de stasis als constant verschijnsel de ontsteking vergezelt, zoo vormt zij toch nooit meer dan eene zijde van het ontstekingsproces, die op zich zelve nog geen ontsteking is noch tot ontsteking behoeft te leiden. BRUECKE denkt, wel is waar, waar hij van ontsteking spreekt, alleen aan de stoornis van den bloedsomloop, als wier resultaat de stasis optreedt; HENLE daarentegen, die aan het beëindigen van ontsteking denzelfden omvang toekent, die daaraan algemeen wordt toegeschreven, vat de stasis als uitgangspunt van het geheele proces op.

Nevens de ontstekings-theorien, die wij tot dusverre ter sprake bragten, en die, althans wat de neuro-paralytische betreft, in eene op gewijzigde zenuwwerkdadigheid berustende wijziging in het lumen der vaten het uitgangspunt voor de ontsteking zoeken, heeft SPIESS 1) eene theorie verdedigd,

1) Zur Lehre von der Entzündung. Frankfurt a. M. 1854. — Pathol. physiologie S. 141.

die insgelijks van gewijzigde, bepaaldelijk verhoogde vaat-zenuwwerking uitgaande, daaraan eene ruimere beteekenis hecht, dan haar volgens HENLE moet worden toegekend. Op grond van het bij ontsteking constant vermeerderde fibrinegehalte van het bloed, waarbij nog de vezelstof der exsudaten moet worden gevoegd, en steunende op hetgeen de onderzoekingen van LUDWIG en AXMANN omtrent den invloed van de zenuwen op afscheiding en voeding hebben aan het licht gebracht, neemt SPIESS aan, dat de, bij ontsteking constant verhoogde, werking der vasomotorische zenuwen, nevens wijzigingen in den bloedsomloop, voedingsveranderingen in het bloed te weeg brengt, die, door vermeerderde vorming en uitzweeting van vezelstof, mede, en wel in de eerste plaats, aan het ontstekings-proces ten gronde liggen.

Wat de schoone onderzoekingen van LUDWIG omtrent den zenuwinvloed op de speeksel-afscheiding betreft, wij meenen, dat zij nog te geïsoleerd staan in de wetenschap, om zonder nadere experimentele gronden en alleen op grond eener hypothetische analogie, tot de toepassing het regt te geven, die SPIESS daarvan in zijne ontstekingsleer durft maken. Wat de leer van AXMANN omtrent den trophischen invloed der zenuwen aangaat, hoe schoon ook in hare beloften — zij heeft naar onze meening in de jongste onderzoekingen te veel en te stellige tegenspraak ontmoet, om nog veel geloof te verdienen, veel minder om tot basis eener theorie te mogen worden gelegd.

Bij de onzekerheid, die tot nog toe omtrent den invloed der zenuwen op het ontstaan en het verloop van het ontstekingsproces heerschte, moest een nader experimenteel onderzoek daaromtrent van de meeste beteekenis worden geacht. Eene schoone bijdrage daartoe werd door mijn' vriend SNELLEN geleverd in zijn reeds aangehaald academisch proefschrift. Uit de experimenten, daarin neêrgelegd, volgt met onbetwistbare

zekerheid, dat, hoezeer een bijkomende invloed aan de zenuwen daarbij niet kan worden ontzegd, het ontstekings-proces niet wezenlijk in eene wijziging der zenuwwerkdadigheid bestaat.

In den laatsten tijd is door VIRCHOW eene theorie der ontsteking verdedigd, die meer en meer ingang bij de pathologen begint te vinden. Volgens VIRCHOW zijn het niet de storingen in den bloedsomloop, op welke wijze men haar ontstaan ook trachte te verklaren, maar de door primaire aandoening der weefsels gewijzigde aantrekkingsverhoudingen tusschen het voedingsvocht van den eenen en het bloed van den anderen kant, waartusschen de vaatwand als moderator der wisselwerking optreedt, die aan het ontstekingsproces ten gronde liggen. Wel zullen, ten gevolge van die gewijzigde aantrekking, storingen in de bloedsbeweging ontstaan, van de verandering van den physischen toestand van het bloed zelve, en wel inzonderheid van de cohaesie, afhankelijk, maar deze zijn altijd secundair en kunnen nooit op zich zelve het uitgangspunt der ontsteking zijn.

Het zijn vooral microscopische studiën bij ontstoken weefsels, inzonderheid bij dezulke, die noch vaten, noch zenuwen bevatten, zoo als de cornea en het kraakbeen, waarop VIRCHOW zijne leer gebouwd heeft. Ook in de nader te vermelden onderzoekingen van WEBER, over den invloed van prikkels bij opgeheven bloedsomloop, meent hij daarvoor een krachtigen steun te vinden.

Het komt ons voor, dat de beteekenis van de bloedsbeweging door de haarvaten bij al deze theorien ten deele verkeerd is opgevat, ten deele onvolkomen is toegelicht. Wij hebben het daarom, op aanraden van onzen geachten promotor, Prof. DONDERS, niet onbelangrijk geacht, dit punt aan een nader onderzoek te onderwerpen en daarbij meer in het bijzonder

eenige verschijnselen, die tot de attractie-theorie van VIRCHOW betrekking hebben in het oog te houden.

Daartoe brengen wij in de eerste plaats een nader onderzoek omtrent de physische voorwaarden van enkele verschijnselen der normale bloedsbeweging, bepaaldelijk omtrent de beweging van de bloedligchaampjes in het bloed; in de tweede plaats het onderzoek naar den invloed, door verschillende prikkels op die beweging uitgeoefend.

Welligt zullen wij, ten slotte, naar aanleiding daarvan eenige beschouwingen omtrent de attractie-theorie der ontsteking in het midden brengen.

Ik ben mij levendig bewust, wat ik aan U, zeer geachte Hoogleraar DONDERS, hooggeschatte leermcester, verschuldigd ben, niet alleen voor de hulp, mij bij de zamenstelling van dit proefschrift verleend, maar inzonderheid voor de vriendschappelijke wijze waarop Gij mij steeds, zoo lang ik het geluk had uw leerling te zijn, bij mijne studien geleid en tot eigen onderzoek aangespoord hebt. Ontvang daarvoor ter dezer plaatse mijnen opregten en innigen dank.

Blijf voor mij dezelfde, die Gij tot dusverre waart.

DE BEWEGING DER BLOEDLIGCHAAMPJES IN HET BLOED.

Tot eene juiste voorstelling van den bloedsomloop komen verschillende vraagstukken van physischen aard in aanmerking. Wij wenschen hier, voor ons doel, slechts op enkele de aandacht te vestigen.

In de eerste plaats is het van gewigt te weten, hoe eene vloeistof, die adhaesie tot den wand bezit, door eene buis wordt voortbewogen. In het algemeen denken de hydraulici hierover eenstemmig. Men kan zich, namelijk, de vloeistof voorstellen als uit een aantal in elkander geschoven kokers bestaande, waarvan de buitenste, oneindig dunne, door adhaesie aan den wand *volkomen* wordt in rust gehouden, terwijl de snelheid der verschillende kokers naar de as, waar zij het grootste is, voortdurend toeneemt. De weêrstand ontstaat dus niet door wrijving op den wand, maar door de cohaesie der vloeistof. Daarom is het ook onverschillig, uit welke stof de wand bestaat, hetzij uit ijzer, koper, glas of hout. 1) POISEUILLE vond de snelheid, onder overigens gelijke omstan-

1) Verg. WEISBACH die Experimental-Hydraulik. Freiberg 1855. S. 91.

digheden gelijk, hetzij hij glazen en metalen buizen of bloedvaten bezigde.

Tegen deze voorstelling zijn door FICK 1) bezwaren geoperd: »Mann denkt sich" zegt hij, »die verschiedenen Flüssigkeitsfäden gerade um der Röhrenaxe parallel, wenn auch nicht mehr mit gleichen Geschwindigkeiten begabt. Der Strömungsvorgang wurde dardurch so angesehen, als schöben sich in einander geschachtelte Cylinder (die einzeln gleichsam aus fester Substanz bestünden) mit ungleichen Geschwindigkeiten in einander, derart, das der innerste die grösste Geschwindigkeit hätte, die äussern immer kleinere. Ich glaube nicht das man geneigt sein wirdt, diese Vorstellung festzuhalten, wenn man den Vorgang im Einzelnen zergliedert. Es kommt mir im Gegentheil warscheinlich vor, das die unmittelbar an der Wand vorbeistreichenden Theilchen nicht mit einer constanten Geschwindigkeit vorwärts gehen, sondern *das dieselben durch überwiegen der hemmenden Momente* wirklich allmählich verzögert werden; so, das ein solches von Zeit zu Zeit durch ein aus dem Innern kommendes, in bogenförmiger Bahn beschleunigtes ersetzt wird; so würden sich die Flüssigkeitsfäden gegen die Wand hin krümmen und an dieser schlingenartig umbiegen. An der Wand würde sich mit anderen Worten eine fortlaufende Reihe von Wirbeln bilden."

Wanneer FICK, voor wiens kennis op het gebied van wis- en natuurkunde wij grooten eerbied koesteren, een dergelijken twijfel oppert, zoo heeft dit voor ons ongetwijfeld betoekenis. Het is ons echter niet gelukt, de zwarigheden, die hij meent te moeten maken, goed te vatten. Wel is het duidelijk, dat door oneffenheden van den wand, de evenwijdigheid der verschillende lagen door bijkomende dwarrelende bewegingen zal gestoord worden, maar waarom in buizen, wier binnen-

1) Medizin, Physik. S. 109.

vlakte volkomen glad wordt voorondersteld en welker lumen onveranderd blijft, eene dergelijke storing der beweging zou moeten ontstaan, is ons onverklaarbaar. Wat FICK onder dat „überwiegen der hemmenden Momente” wil verstaan hebben, is ons ten eenenmale duister, en het doet ons leed, dat hij zijne meening niet een weinig breeder en klaarder heeft uiteengezet. Wij kunnen dus niet anders dan voorloopig aan de oude voorstelling vasthouden en doen dit vooral ook op grond van eenige proeven, die wij ter toelichting van de vraag, wier beantwoording wij ons in dit hoofdstuk voorstellen, hebben in het werk gesteld.

Aan een vierkant drukvat werden afwisselend, door middel eener caoutchouc-buis, lange glazen buizen van verschillende wijdte verbonden. Ter loops zij hierbij opgemerkt, dat het drukvat door een tusschenschot in twee afdeelingen gescheiden was; in de eerste dezer afdeelingen, die met de uitvloeijs-opening communiceerde, werd een aanhoudende stroom van water geleid; bij vulling tot op de hoogte van het tusschenschot vloede het water in de tweede afdeeling over, zoodat de eerste voortdurend tot op een constant niveau gevuld bleef. In het water, dat door de glazen buis stroomde, waren, behalve moleculen van verschillende zwaarte, op wier bewegingen wij later terug komen, eene menigte toevallig bijgemengde stofdeeltjes gesuspendeerd, wier bewegingen door het geheele vocht heen met het bloote oog, en nog beter met behulp van eene loupe van niet al te geringen brandpuntsafstand, met naauwkeurigheid konden worden gevolgd. Wij namen daarbij waar: vooreerst, dat de snelheid der deeltjes, die in het midden van het vat gelegen waren, die der digter langs den wand stroomende aanzienlijk overtrof en dat vooral in de nabijheid van den wand de snelheid spoedig afnam, zoodat de verplaatsing onmiddelijk aan den wand hoogst onbeduidend was ten opzichte der verplaatsing in de as.

Verder bleek met zekerheid, dat de beweging in alle vochtlagen zoowel in de as als tot op kleinen afstand van den wand eene *regtlijnige* was. Indien werkelijk de door FICK aangenomen en zooveen met zijne eigene woorden vermelde voorstelling juist ware, zoo zouden wij, zoo al niet den juisten vorm der wandboogjes, toch zonder twijfel eenige onregelmatigheid in de beweging der deeltjes hebben kunnen bespeuren. De volkomene afwezigheid daarvan is ons een grond te meer, om de voorstelling van de evenwijdigheid der in eene buis stroomende vochtlagen te blijven vasthouden.

Wat de hoegrootheid der versnelling van de verschillende lagen van den wand tot aan de as bedraagt, daaromtrent is niets met zekerheid bekend. Wel heeft in den laatsten tijd DARCY getracht, daaromtrent nader tot klaarheid te komen, en werkelijk eene formule gevonden, die wij alleen uit het werk van FICK 1) kennen, waaruit blijkt, dat de snelheid der vochtlagen in dezelfde verhouding als hunne toenadering tot de as toeneemt; of intusschen die formule juist is, dient nog nader door de physici te worden onderzocht, te meer daar DARCY in zijne mededeeling daaromtrent zeer kort is.

Eene tweede vraag is: hoe ligchaampjes van verschillende vorm en verschillend specifiek gewigt zich in eene door eene buis stroomende vlocistof, waarin zij zweven, zullen bewegen. Hierin moet de beweging der bloedligchaampjes in het bloed hare verklaring vinden. Een verschijnsel daarbij, dat de aandacht van velen heeft tot zich getrokken, is bijzonder merkwaardig; namelijk de aanwezigheid der ongekleurde ligchaampjes in de langzamer voortschrijdende lagen nabij den wand van het vat, terwijl de gekleurde in de as met grootere snelheid worden voortbewogen. Men

1) FICK l. c. p. 109.

heeft hypothesen geopperd omtrent de beteekenis van dit verschijnsel, die ons van weinig gewigt toeschijnen. Over den grond daarvan schijnt men weinig te hebben nagedacht. Onder de oudere onderzoekers hebben POISSEUILLE 1), E. H. WEBER 2), ASCHERSON 3), R. WAGNER 4) en GLUGE 5) zich reeds voor vele jaren met een onderzoek van dit verschijnsel bezig gehouden en daaromtrent meer minder juiste denkbeelden geopperd, wier nadere uiteenzetting ons intusschen veel te ver zou leiden en te minder noodzakelijk is, daar wij bij geen van allen iets vinden wat naar eene verklaring zweemt. Alleen ASCHERSON, wiens onderzoekingen in alle opzigten de meest volledige zijn, begrijpt terecht, dat die verklaring in niets anders dan in de ligchaampjes zelve moet worden gezocht, en ofschoon het hem niet gelukte, daartoe te geraken, heeft hij op het verschil in vorm der gekleurde en ongekleurde bloedligchaampjes als mogelijken grond voor hunne verschillende beweging opmerkzaam gemaakt. WHARTON JONES 6), die zich onder de nieuwere onderzoekers wel het meest met het microscopisch onderzoek van den bloedsomloop heeft bezig gehouden, schrijft het verschijnsel eenvoudig aan eene sterke adhaesie der ongekleurde ligchaampjes tot den wand toe. VIRCHOW 7) eindelijk meent den grond van het ver-

1) Recherches sur les causes du mouvement du sang dans les vaisseaux capillaires. (Annales des Sc. natur. Fevr. 1836. T. V. p. 111.)

2) Microscopische Beobachtungen über die sichtbare Bewegung Fortbewegung der Lymphkörnchen in den Lymphgefäßen der Froschlärven (Müllers Archiv 1837 en p. 267 1838 p. 450).

3) Ueber die relative bewegung der Blut und Lymphkörnchen in den Blutgefäßen der Frösche (Ibid. 1837 p. 450).

4) Beiträge zur vergleich. Phys. 2 Heft.

5) Ann. des Sc. nat. 1839. p. 60.

6) Guy's Hospital Reports Vol 7 part. I. p. 19. 1850.

7) Handb. der path. Th. I. p. 56.

schijnsel te moeten zoeken in de onderlinge aantrekking der ligchaampjes, die bij de gekleurde sterker, bij de ongekleurde even sterk zou zijn als tot den wand.

Prof. DONDERS heeft in een zijner stukken over haemodynamica 1) eene kleine aantekening hieromtrent gegeven, die, naar ons inzien, den weg aanwijst, om tot eene betere verklaring te geraken. Bij het bespreken van de toeneming der snelheid in eene door eene huis bewogen vloeistof, van den wand naar de as, voegt hij in eene noot daarbij het volgende: »Men weet dat hetzelfde van het in de vaten stroomende bloed geldt. Ik herinner mij echter niet, de opmerking gevonden te hebben, dat de sphaerische, ongekleurde bloedcellen ten gevolge hiervan in eene draaijende of rollende beweging verkeerden en tegen den wand geperst worden, dien zij dus niet verlaten kunnen, wanneer zij hem eens hebben bereikt. De juistheid dezer opmerking ziet men gemakkelijk in, wanneer men bedenkt, dat de krachtigste stroom op het meest naar binnen gelegen gedeelte van de oppervlakte van het bolletje werkt en dus eene draaijing moet voortbrengen om eene as, die evenwijdig is aan de tangens van het vat.»

Het scheen niet onbelangrijk deze voorstelling van mijnen Promotor van verschillende zijden te beschouwen, en eindelijk onderzoekingen ter toetsing in het werk te stellen, en eindelijk met hem zelven te overwegen, of hierin eene voldoende verklaring ligt opgesloten zoowel van de aanwezigheid der gekleurde ligchaampjes in de as als van die der ongekleurde nabij den wand.

Ik durf mij naauwelijks vleijen dat vraagstuk op eene wijze tot oplossing te hebben gebragt die algemeen bevredigen zal; maar het scheen toch reeds van cenig belang er de aandacht

1) Ned. Lancet 3e Serie V. Jaarg. p. 130.

op te vestigen en alzoo anderen op te wekken, om daaraan betere krachten dan de onze te wijden.

Voor dat wij overgaan tot eene poging ter verklaring der bewegingsverschijnselen van de bloedligchaampjes bij den bloedsomloop, zal het noodig zijn een oogenblik bij die verschijnselen zelve te blijven stilstaan.

Wij hebben ons bij het mikroskopisch onderzoek van den bloedsomloop bij voorkeur van het zwemvlies van den kikvorsch bediend, dat, om wel bekende redenen, boven alle objecten, die daartoe ten dienste staan, verre te verkiezen is; daarbij hebben wij steeds de zenuwen, die zich naar den poot begeven, dicht bij haren oorsprong uit het ruggemerg doorgesneden. Hierdoor voorkomt men de lastige spierbewegingen, die zoo dikwerf storend op de waarneming ingrijpen, terwijl de verschijnselen van den bloedsomloop behalve eene geringe verwijding van de slagaderen en daaraan evenredige verhooging van de stroomsnelheid, waarop wij later terug komen, daardoor niet in 't minste worden veranderd, gelijk ons telkens bij nauwkeurige vergelijking met het zwemvlies van den anderen poot bleek. Behalve het zwemvlies van den kikvorsch hebben wij ook nog het mesenterium, de tong en de longen van hetzelfde dier onderzocht: wegens de belangrijke inconvenienten die deze organen bij het onderzoek opleveren, hebben wij ons daarvan slechts in zooverre bediend als ter toetsing onzer waarnemingen bij het zwemvlies wenschelijk was, te meer daar dit vergelijkend onderzoek steeds tot dezelfde uitkomsten leidde.

Van de warmbloedige dieren hebben wij het mesenterium van jonge konijnen en muizen en de vleugels van den vleermuis onderzocht. De kleinheid der bloedligchaampjes, vooral bij muizen en vleermuizen, de armoede aan haarvaten der voor de onderzoeking toegankelijke organen, waarbij voor den vleer-

muis nog de rijkdom aan pigment moet worden gevoegd, maken deze voor ons doel hoogst ongeschikt en laten geene naauwkeurige waarnemingen toe. Wij hebben er dan ook niet meer dan de hoofdzaken van hetgeen wij elders hadden aangetroffen bij kunnen waarnemen 1).

Onmiddellijk valt bij de mikroskopische beschouwing van het kikvorschen zwemvlies de ongelijke verdeeling en het verschil in snelheid der gekleurde en ongekleurde bloedligchaampjes in het oog. De eerste bewegen zich, althans de meest nabij de middellijn van het vat gelegene, met hunne lengterigting in die der as; de digter bij den wand gelegene ligchaampjes nemen meestal een' onbepaalden schuinschen stand aan. In de haarvaten bewegen zich de roode ligchaampjes in den regel in hunne lengterigting. In de kleinste vaten, waardoor zij niet dan met verandering van vorm kunnen worden heenbewogen, worden zij in de lengte uitgerekt, waarbij, ten gevolge van de vloeibaarheid van hunnen inhoud, altijd het meest naar voren liggende gedeelte de grootste afmetingen bezit en het andere einde soms tot een staartvorming aanhangsel wordt uitgerekt.

In het algemeen voegen zij zich ten gevolge van hunne groote elasticiteit hoogst gemakkelijk naar de voorhandene ruimte en ondergaan daarbij vormveranderingen van allerlei aard. Waaruit eene arterie takken ontspringen, of omgekeerd verschillende takken zich tot een stam vereenigen, worden enkele

1) Ter loops merken wij hierbij op, dat wij het rhythmisch kloppen der venae in de vleugels van den vleermuis, door vroegere onderzoekers vermeld, ingelijks zeer duidelijk hebben waargenomen. Het bloed staat ongeveer elken vijfden polsslag der arterien een oogenblik stil, gaat zelfs een weinig terug, waarbij het in de takken terugvloeit en schrijdt daarna weer voorwaarts. In enkele venae was van dit kloppen niets te bespeuren. De reden, waarom het in de meeste venae ontstaat en in anderen wordt gemist, is ons niet duidelijk.

ligchaampjes tegen den wand aangedrukt en loopen een oogenblik daar langs om spoedig weer in den asstroom te geraken. In de venae en ook in de arterien, wanneer de stroomsnelheid door de een of andere oorzaak geringer wordt, neemt deze asstroom in breedte toe. Wordt de stroomsnelheid zeer gering, zooals bij beginnende stasis, dan verdwijnt zoowel in de arteriae en capillaria als in de venae de heldere zoom, die tusschen de gekleurde ligchaampjes en het vat bestaat, en nemen deze het geheele lumen in.

De ongekleurde ligchaampjes bieden zoowel onderling als ten opzichte der gekleurde veel verschil aan. Zij bezitten altijd eene ongeveer sphaerische gedaante met gladde oppervlakte, die intusschen somtijds min of meer korrelig schijnt, welk aanzien echter wel van den korreligen inhoud schijnt af te hangen. Wat hunne grootte betreft, deze is bij een zelfde dier aan weinig verschil onderhevig: bij onderscheidene dieren evenwel wijken zij in dit opzicht belangrijk van elkander af. In 't algemeen schijnt de grootte der ligchaampjes met de toeneming van den leeftijd van het dier af te nemen: wij vonden ze althans bij de jongere dieren constant grooter dan bij de oudere.

In den regel zijn zij korrelig van inhoud en met een kern voorzien; nevens deze worden intusschen andere ligchaampjes aangetroffen, wier inhoud volkomen helder en wier omtrekken scherper zijn dan die der eerstgenoemde. Of aan deze vormen eene verschillende beteekenis moet worden toegekend, durf ik niet te beslissen. Ook ten opzichte van hun aantal wijken zij zeer af: bij jonge dieren, vroeg in het voorjaar, komen zij in den regel in veel grootere hoeveelheid voor dan bij volwassenen: overigens bieden zij ook hierin individuele verschillen aan, die zich tot geene algemeene regelen laten terugbrengen.

De beweging der ongekleurde bloedligchaampjes binnen de

vaten is eene zamengestelde: eensdeels bezitten zij eene medegedeelde beweging, afhankelijk van die der lagen waarin zij drijven, ten andere vertoonen zij eene eigene beweging, die in eene draaijing om eene as bestaat, gelegen in een vlak, dat loodregt op de rigting van den stroom staat. Ten gevolge van die asdraaijing rollen zij langs den wand van het vat, niet alleen aan den bodem en de zijwanden, maar ook, waarvan men zich bij verandering van het focus ligt overtuigt, aan den bovenwand.

De rigting, waarin zij draaijen, is natuurlijk aan twee tegenovergestelde gedeelten van den wand, eene tegengestelde.

De snelheid, waarmede de ongekleurde ligchaampjes zich voortbewegen, is veel geringer, dan die, welke de gekleurde bezitten: dit volgt reeds uit de plaats, die zij in het vat innemen. Immers de snelheid der tegen den wand gelegen lagen is veel geringer dan die, welke meer nabij de as stroomen. Volgens de metingen van WEBER, die intusschen niet meer dan eene benaderende waarde uitdrukken, is de gemiddelde snelheid der ongekleurde ligchaampjes $\frac{1}{52}$ " per seconde, terwijl die der gekleurde $\frac{1}{4}$ " bedraagt, dus ongeveer 13 maal grooter is.

Behalve hunne geringere snelheid merkt men bij de ongekleurde ligchaampjes nog het volgende op. Vooreerst bewegen zij zich niet alleen in de trager stroomende lagen bij den wand 1), maar onmiddellijk tegen den wand aan en

1) Ook in de longen van den kikvorsch bewegen zich de gekleurde en ongekleurde bloedligchaampjes van elkander gescheiden. De reden, waarom WAGNER ze daar doorengemengd vond, is welligt hierin te zoeken, dat de bloedsomloop in de longen dikwijls, door drukking op de vaten, ten gevolge van de wijze van onderzoek, eene vertraging ondergaat. Daaruit vloeit verbreding van den centralen stroom der gekleurde ligchaampjes voort, die de juiste waarneming der ongekleurde onmogelijk maakt. Verg. p. 28.

schijnen daar als het ware tegen aangedrukt te worden, vooral in vaten, waarin de stroomsnelheid aanzienlijk is: somtijds zijn zij zelfs aan de plaats van aanraking met den wand platgedrukt. Verder is hunne beweging geene regelmatigige. Na een eindweegs langs den wand voortgerold te zijn, waarbij men ze nu en dan over elkander heen ziet huppelen, blijven zij somtijds, voor eenigen tijd, volgens sommigen wel langer dan een uur (eerlijk bekend, hebben wij ze nooit zoolang aanhoudend geobserveerd) onbewegelijk stil zitten, om daarna hunnen weg te vervolgen. Dikwijls merkt men ook op, dat zij niet langs den wand *rollen* (schoon dit regel is) maar *glijden*, vooral wanneer het gedeelte, dat tegen den wand ligt, afgeplat is: daarbij ziet men ze enkele malen in de lengte uitgerekt worden, terwijl het voorste gedeelte knodsvormig aanzwelt en het achterende het voorkomen van een staartvormig aanhangsel bezit; ze zien er dan, gelijk WHARTON JONES zich zeer eigenaardig uitdrukt, uit als regendruppels, die door den wind in schuinsche rigting tegen een glasruit worden angeperst. In de haarvaten, die slechts voor de voortbeweging van een enkel bloedligchaampje te gelijk ruimte bezitten, nemen de ongekleurde dezelfde snelheid aan, waarmede de gekleurde worden bewogen: tevens missen zij hier hunne roterende beweging.

Wat de verdeeling van de kleurlooze ligchaampjes door het bloedvatenstelsel betreft, zoo schijnen zij in de venae opgehoopt te worden: somwijlen ziet men ze daarin eene geheele laag tegen den binnenwand vormen, ja in enkele gevallen zag ik een gedeelte van eene vena voor naar het scheen wel de helft daarmede aangevuld.

Wanneer wij thans overgaan tot de opsporing van de physische krachten, waaraan de waargenomen bewegingsverschijnselen hun ontstaan te danken hebben, is de eerste vraag,

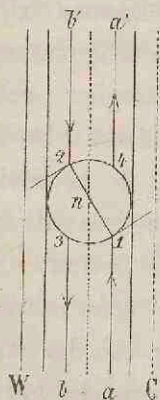
die zich hier voordoet, waarom de ongekleurde ligchaampjes aan den wand, de gekleurde in de as van het vat drijven. De grond daarvan kan niet anders dan in de ligchaampjes zelve worden gezocht. Wij vragen derhalve: in welk opzigt wijken zij van elkander af?

Twee punten van verschil schijnen ons toe de meest wezenlijke te zijn voor het zuiver physische vraagstuk, dat ons bezig houdt en wel in de eerste plaats het verschil in vorm, in de tweede plaats, dat in specifiek gewigt. Beide verschillen dragen er toe bij, gelijk wij hopen aan te toonen, om de normale scheiding der bloedligchaampjes tot stand te brengen en zouden op zich zelve ter verklaring dier scheiding reeds voldoende zijn, ofschoon er welligt meerdere gronden voor dit verschijnsel bestaan.

De ongekleurde bloedligchaampjes bezitten, gelijk bekend is, eene genoegzaam sphaerische gedaante. Stellen wij ons nu voor, dat sphaerische ligchaampjes zich in eene binnen eene buis stroomende vloeistof bevinden, wier lagen met gelijke snelheid werden voortbewogen, zoo zoude er zeker geene reden bestaan, waarom zij niet evenwijdig aan de as zouden voortschrijden; alleen zouden zij welligt door hun geringer specifiek gewigt iets in het vocht kunnen rijzen. Evenmin zoude er eene reden bestaan, waarom de ligchaampjes, buiten de medegedeelde, eene eigene beweging zouden bezitten. De zaak verhoudt zich echter anders. De helft van het ligchaampje, die zich het digts bij de as bevindt, wordt voortgedreven door lagen, die eene snellere beweging bezitten dan die, waarin zich de andere helft bevindt. Het gevolg daarvan is, dat het ligchaampje om eene as draait, in een vlak gelegen, dat vertikaal op de rigting van den stroom staat. Stellen wij nu, dat de snelheid waarmede het ligchaampje wordt voortbewogen, middenevenredig is tusschen de snelheden der verschillende lagen vocht, waarin het zich

bevindt, dan zal de voorvlakte van het ligchaampje voor die helft, welke het meest nabij den wand ligt, zich sneller bewegen dan de vloeistof en dientengevolge een zekeren weerstand of reactie, gelijk men zich in de hydrodynamica uitdrukt, onder vinden, die het in tegengestelden zin zou trachten te bewegen. In dit geval zou het ligchaampje alzoo om zijne as draaijen, maar tevens zou het zwaartepunt, d. i. het middelpunt, in eene lijn, evenwijdig aan de as, worden voortgestuwd, en het ligchaampje zoude dus op iederen willekeurigen afstand van den wand van het vat in eene daarmee evenwijdige rigting worden voortbewogen. Er zoude dus geene reden bestaan, waarom het tot den wand moest naderen.

Het is echter duidelijk, dat de snelheid, waarmede het zwaartepunt van het ligchaampje zal worden voortbewogen, niet middenevenredig zijn kan tusschen de snelheden der verschillende lagen, waarin het zich bevindt. Een gedeelte, namelijk, der kracht, die op het ligchaampje werkt, wordt tot draaijing om de as verbruikt en de snelheid zal dus beneden het gemiddelde blijven der gezamenlijke lagen. Het gevolg daarvan is, dat de weerstand, die het naar den wand toe gelegen gedeelte van het ligchaampje aan de voorzijde



ondervindt, geringer is dan de kracht, die de stroom op het naar de as van het vat toe gelegen gedeelte aan de achterzijde uitoefent: door het overwegen nu dezer laatste kracht moet het ligchaampje, terwijl het om zijne as draait, tevens naar de peripherie van het vat bewogen worden.

Wij zullen trachten met behulp van bovenstaande figuur onze voorstelling nader te verduidelijken. Zij *w*. de wand eener buis

waarlangs zich de door evenwijdige lijnen voorgestelde vochtlagen met naar de as C toenemende snelheid bewegen. Wij nemen aan, dat de versnelling een gelijkmatige zij, eene onderstelling, die in de formule van DARCY (zie pag. 11) hare bevestiging vindt. Laat a en b de resultanten zijn der krachten, die op de regts en links van de as van het ligchaampje gelegen helften inwerken. Zij vorder n de snelheid, waarmede zich het ligchaampje voorbeweegt; stellen wij, dat die snelheid midden-evenredig tusschen a en b , dus gelijk $\frac{a+b}{2}$ zij.

Gaan wij dan de krachten na, die in de snijpunten 1, 2, 3 en 4 der resultanten a en b met het ligchaampje, op dit laatste inwerken, zoo bemerken wij, dat het verschil in snelheid tusschen het ligchaampje en de vochtlagen, waarin het zich bevindt, bij 1 en 2 even groot is, maar eene drukking in tegengestelden zin op het ligchaampje zal uitoefenen. Op 1 namelijk werkt eene drukking gelijk aan het verschil in snelheid $a - n$, in de rigting van den stroom, op 2 die, welke door $n - b'$ wordt uitgedrukt, en in de tegenovergestelde rigting werkt; beide drukkingen zijn natuurlijk gelijk. Wanneer wij deze beide krachten ontbinden in eene kracht die in het raakvlak aan de punten 1 en 2 ligt en eene, die daarop loodregt staat, zoo zullen de eersten het ligchaam om zijne as doen draaijen, terwijl de laatste elkander zullen opheffen.

Beschouwen wij de krachten, die in de punten 3 en 4 op het ligchaampje inwerken, zoo zien wij, dat in 3, waar de snelheid van het ligchaampje grooter is dan die der vochtlagen, waarin het zich beweegt, eene negatieve drukking, eene zuiging zal moeten ontstaan, die uitgedrukt wordt door 't verschil $n - b$: bij 4 daarentegen loopt het ligchaampje langzamer dan de vochtlagen, waarin het zich beweegt, en zullen deze eene negatieve drukking in de rigting van den stroom uitoefenen: de rigting, waarin deze drukkingen op

3 en 4 werken, moeten er natuurlijk toe bijdragen, om het ligchaampje eene rotatie te doen ondergaan.

Wij zien derhalve, dat het verschil der snelheden van de verschillende lagen, waarin zich het ligchaampje voortbeweegt, wanneer het eene snelheid bezit, die daartusschen middenevenredig is, alleen hunne asdraaijing, maar niet de afwijking van eene aan de as van het vat evenwijdige lijn, en alzoo de ligging aan den wand kan verklaren. In die draaijing zelve intusschen is de grond voor het laatste verschijnsel gelegen. Tot die draaijing, namelijk, wordt een gedeelte der kracht verbruikt, die het ligchaampje voortstuwt: daaruit vloeit met noodzakelijkheid voort dat n niet gelijk, maar kleiner dan $\frac{a+b}{2}$ zal zijn. Daaruit volgt verder, dat $a - n$ grooter is dan $n - b'$, zoodat de drukking op het punt 1, dus ook hare loodregt op 't raakvlak opgerigte componente, grooter zal zijn dan de in tegenovergestelde rigting op 2 werkende. Het resultaat is, dat het ligchaampje niet alleen omwentelt, maar ook in rigting 1... 2, naar den wand wordt bewogen en daartegen wordt aangedrukt. Door dit aandrukken zal de weêrstand nog verhoogd en de beweging aan den wand van het vat nog verder vertraagd worden. — Wat hier in het algemeen van de beweging van sphaerische ligchaampjes is gezegd, geldt natuurlijk ook voor de beweging der ongekleurde bloedligchaampjes binnen de vaten.

De vraag is nu, of niet hetzelfde op de gekleurde ligchaampjes van toepassing is en of deze niet uit dezelfde oorzaak allengs den wand van het vat zullen moeten bereiken. Eensdeels bestaan er, gelijk wij zoo aanstonds zien zullen, redenen, waarom de gekleurde ligchaampjes zich van den wand van het vat verwijderen en in de om de as gelegene lagen zich voortbewegen. Maar buitendien gelooven wij, dat de platte vorm dezer ligchaampjes hen onder mindere gunstige voorwaarden brengt, om eene rotatie en eene beweging naar den wand te

ondergaan. De rigting, namelijk, waarin zich de gekleurde ligchaampjes in het bloed voortbewegen, is in den regel die, waarin zij den minsten weêrstand vinden, dat is met hunne lengterigting evenwijdig aan de as van het vat. Zij bieden alzoo aan de vochtlagen slechts eene zoo smalle oppervlakte aan, dat het verschil in snelheid der op de terweerszijde van de as gelegen helften hoogst gering zal moeten zijn. Maar schoon gering, het verschil zal evenwel bestaan en zoude ten slotte met noodzakelijkheid eene rotatie en gelijktijdig eene beweging naar den wand van het vat te weeg brengen, ware het niet, dat deze invloed door een sterkeren werd overwonnen. De laatste ligt in het grooter specifiek gewigt der ligchaampjes.

Wanneer, namelijk, door vertakking der slagaderlijke stammen, het stroombed zich verwijdt, neemt de stroomsnelheid, daaraan geëvenredigd, af. Die vermindering der stroomsnelheid zal intuschen voor de verschillende bloedbestanddeelen niet volkomen gelijk zijn: het bloedvocht zal de sterkste vertraging ondergaan; de ongekleurde bloedligchaampjes, wier specifiek gewigt met dat van het bloedvocht nagenoeg overeenstemt, zullen dien ten gevolge nagenoeg dezelfde vertraging ondervinden en buitendien om de zoeven ontwikkelde redenen zich allengs den wand van het vat weder opzoeken. Wat de gekleurde bloedligchaampjes aangaat, deze bezitten, ten gevolge van hun grooter specifiek gewigt, op gelijk volumen eene grootere hoeveelheid van beweging dan het vocht, waarin zij drijven; zij zullen daarom aanvankelijk zich sneller voortbewegen dan dit vocht, bij gevolg den grootsten weêrstand vinden op de meer peripherische lagen van het vocht, die langzamer voortschrijden, en alzoo door dien weêrstand naar de as van het vat gedrongen worden, totdat zij lagen bereiken, wier stroomsnelheid aan hunne eigene beantwoordt.

Op deze wijze wordt de strooming der roode bloedligchaampjes in de as, naar wij meenen, voldoende toegelicht.

Of er buiten de vermelde reden nog andere bestaan, die tot hetzelfde resultaat bijdragen, laat zich voor 't oogenblik niet bepalen.

Terwijl wij aldus op theoretische gronden omtrent de verhouding van onderling in vorm en specifiek gewigt verschillende moleculen, die zich in een door cilindrische buizen bewogene vloeistof bevinden, tot eene voorstelling geraakt zijn, die, naar onze meening, ter verklaring van de bewegingsverschijnselen der gekleurde en onkleurde ligchaampjes in het bloed toereikende is, gaan wij thans over tot de mededeeling der resultaten van eenige experimenten, genomen met het doel om hetzelfde vraagstuk ook proefondervindelijk op te lossen.

Eene groote zwaarigheid deed zich daarbij al aanstonds op, namelijk het vinden van ligchaampjes, die, bij onderling merkbaar verschil in specifiek gewigt, dat niet te zeer van dat van het water afwijkt, om gemakkelijk in den stroom te worden medegevoerd en evenmin op de oppervlakte te drijven, tevens zooveel mogelijk in vorm overeenkomen. Na herhaaldelijk vruchteloos onderscheidene zelfstandigheden daartoe te hebben beproefd, hebben wij eindelijk onze toevlugt genomen tot verschillende zaadsoorten. Als de meest geschikte deden zich voor de *semina majoranae*, die iets ligter, en het zaad eener papaversoort, dat iets zwaarder is dan water: onderling zijn ze in kleur genoegzaam onderscheiden, daar het eerste rood en het laatste zwartblauw is.

Deze zaden werden elk afzonderlijk met het water in het reeds vroeger vermelde drukvat gemengd en door aanhoudend omroeren daarin zoo gelijkmatig mogelijk verdeeld. Om de hinderlijke reflexie en refractie, die eene juiste beoordeeling van de plaats, waar de verschillende deeltjes zich in het vocht bewegen onmogelijk maakt, zooveel mogelijk te voorkomen, hebben wij de buis, waardoor het vocht stroomde, in een met water ge-

vuld langwerpig vierkant bakje geplaatst, dat uit een glazen voor- en achterwand bestond, terwijl de zijwanden uit blik vervaardigd en met eene opening voorzien waren, waardoor de buis werd geschoven, die met een kurk daarin volkomen paste. Een der glazenwanden was met eene schaal voorzien, uit horizontale parallele lijnen bestaande, die ongeveer $\frac{1}{5}$ mm. van elkander verwijderd waren. Het oog werd geplaatst in het niveau van de as der buis. Na nauwkeurig waargenomen te hebben, tot welke lijn de uiterste lagen der in het vocht stroomende ligchaampjes zich uitstrekten, hoopten wij eenig verschil te bespeuren, wanneer in de plaats daarvan andere specifiek zwaardere of lichtere werden gesteld. De uitkomst heeft onze verwachting niet bovedigd. Wat wij konden waarnemen komt hierop neer.

De draaijende beweging, wier theoretische noodzakelijkheid wij vroeger bespraken, was zoowel bij de tegen den boven- als den benedenwand liggende ligchaampjes zeer duidelijk. Behalve de op den benedenwand en tegen den bovenwand liggende deeltjes, waren er verscheidene in de daar tusschen liggende lagen gesuspendeerd: ook bij deze was eene draaijende beweging zeer duidelijk waarneembaar en wel des te levendiger, naarmate zij digter bij den wand gelegen waren. In de nabij de as gelegene ligchaampjes was van eene rotatie nauwelijks iets te bespeuren. De voortschrijdende beweging heeft hier, in betrekking tot de asdraaijing, natuurlijk verre de overhand. Een streven der ligchaampjes om zich naar den wand te bewegen, gelijk dit verwacht mogt worden, was intusschen niet waarneembaar: welligt had de glazen buis geene genoegzame lengte en was de beweging van het vocht te langzaam.

Bij toeneming der stroomsnelheid waren zeer spoedig de ligchaampjes als zoodanig niet meer waarneembaar. Evenmin was het ons mogelijk, de grenzen scherp, of zelfs maar ongeveer te bepalen, tot waartoe zich de lagen der ligchaam-

pjes zich op de schaal uitstrekten: daarmede verviel tevens de mogelijkheid, om die grenzen bij de aanwending der in specifiek gewigt verschillende ligchaampjes met elkander te vergelijken.

Niet gelukkiger waren wij bij het bestuderen van de relatieve beweging der gezamenlijk in het water gesuspendeerde deeltjes, wier bewegingen wij te vergeefs afzonderlijk hadden getracht na te gaan. Wij stuitten daarbij altijd op een van deze zwaarigheden: of de stroomsnelheid was te groot en de ligchaampjes waren afzonderlijk niet waarneembaar, of zij was te gering — en de ligchaampjes zonken ten deele in het vocht en dreven ten deele naar de bovenvlakte, terwijl eindelijk enkelen door de, meer centrale lagen stroomden wier specifieke zwaarte blijkbaar met elkander overeen kwam en dus voor ons doel ter waarneming ongeschikt waren. Evenmin is het ons gelukt onze voorstelling omtrent de beweging van in vorm verschillende ligchaampjes, bij gelijk specifiek gewigt en die van ligchaampjes, welke zoowel in vorm als in specifiek gewigt van elkander afwijken, langs dezen weg te bevestigen.

Eindelijk hebben wij getracht, door middel van eene elektrische vonk op een gegeven oogenblik nader tot klaarheid te geraken, waartoe wij door de vriendelijke hulpvaardigheid van onzen geachten leermeester Prof. VAN REES werden in staat gesteld: doch ook langs dezen weg is het ons niet gelukt, tot eenig positief resultaat te komen.

Tot onzen spijt heeft ons de tijd ontbroken, om deze experimenten verder voort te zetten en welligt door het opsporen van geschikter ligchaampjes en wijzigingen in de methode van onderzoek, met vertakte buizen en anderzins, tot meer afdoende resultaten te geraken. Wij meenden nogtans de mededeeling van onze pogingen niet te mogen achterwege laten, ten einde daardoor misschien anderen op te wekken,

hunne krachten aan de oplossing van het gewigtige vraagstuk, dat ons bezig houdt, te wijden.

Zooveel is ons althans gebleken, dat er voorshands geen experimentele feiten bekend zijn, die tegen de theoretische opvatting, hierboven uitgesproken, strijden. Volgens deze opvatting nu laten zich de bewegingsverschijnselen der bloedligchaampjes tot bekende physische wetten terugbrengen. In de eerste plaats wijst zij als grond van de draaijende beweging der ongekleurde ligchaampjes langs den wand, het verschil in stroomsnelheid der verschillende vochtlagen, waarin zij drijven, in verband met hunnen sphaerischen vorm aan; de afgeplatte vorm der gekleurde ligchaampjes daarentegen maakt, dat deze door het verschil der snelheid van de daarop werkende lagen wel dien stand zullen aannemen, waarbij ze met hunne lengte rigting evenwijdig aan de as van het vat geplaatst zijn, maar, hebben ze eens dien stand aangenomen, moeijelijk tot rotatie zullen worden gebragt, wegens de kleine oppervlakte, die zij daarin aan den stroom zullen aanbieden, en het hoogst geringe verschil in snelheid, dat dien ten gevolge op de ter weerszijde van de as gelegen helften zal inwerken. Nogtans zoude daardoor onvermijdelijk eene rotatie worden te weeg gebragt, wanneer zij niet tevens, ten gevolge hunner betrekkelijk grootere snelheid, bij elke verwijding van het stroombed, door den weêrstand op het vocht eene drukking in de rigting naar de as ondervonden.

De afwijkingen in den theoretischen stand en snelheid der ligchaampjes laten zich ligt verklaren, wanneer men in aanmerking neemt, dat ook binnon de perken van het normale de stroomsnelheid in de kleinere vaten, de vorm, welligt ook het specifiek gewigt der onderscheidene ligchaampjes, vooral der ongekleurde, menigvuldige afwijkingen opleveren. Daardoor verklaart zich h. v. waarom de ongekleurde ligchaampjes niet allen dezelfde snelheid bezitten, maar somwijlen over

elkander heen huppelen, waarom van tijd tot tijd de kracht, waarmede zij tegen den wand worden aangedrukt, groot genoeg is, om niet alleen de roterende beweging op te heffen en de ligchaampjes alleen met eene langzaam voortglijdende beweging te doen voortschrijden, maar zelfs soms een tijdlang in absolute rust te doen verkeeren; waarom de uiterste lagen der gekleurde ligchaampjes meestal van haren theoretischen stand afwijken, enz. Welligt komen bij de laatste nog andere moleculaire werkingen, b. v. de capillariteit, in het spel, wier invloed intusschen voorshands niet binnen 't bereik der analyse valt. Waarom in de venae, waar de snelheid van den stroom geringer is dan in de arteriae, de centrale laag van gekleurde bloedligchaampjes broeder is, moet daaruit worden verklaard dat het stroombed hier, bij elke vereeniging van takken nauwer wordt, zoodat dezelfde oorzaak voor hunne beweging nabij de as hier niet bestaat als in de arteriae, maar integendeel de gekleurde ligchaampjes zich aanvankelijk langzamer zullen bewegen dan het vocht. Bedenkt men evenwel, dat de ongekleurde ligchaampjes in de capillaria aan den wand zijn en, in de venae tredende, aan den wand moeten blijven, dan kan het toch niet bevreemden dan de gekleurde zich in de aderen toch niet aan den wand bevinden. Daarbij maakt de vorm der gekleurde bloedligchaampjes, dat wanneer zij in eene schuinsche rigting op de as, door een stroom, sneller dan de hun eigene beweging, worden voortgesleept, eene neiging tot beweging naar de as van het vat, het gevolg zijn moet. Bij nadere analyse zal men zich hiervan gemakkelijk overtuigen. Men zal, namelijk, opmerken, dat het ligchaampje in den schuinschen stand eene grootere oppervlakte aan den voortstuwenden stroom aanbiedt aan die zijde van het zwaartepunt, die naar de peripherie dan aan die zijde, die naar de as van het vat is gericht. Eindelijk, wanneer de snelheid zeer gering wordt, zooals bij de

beginnende stasis, bereiken de gekleurde bloedligchaampjes den wand van het vat, deels omdat de oorzaken van scheiding van gekleurde en ongekleurde ophouden te bestaan, deels, omdat de ligchaampjes worden opgehoopt, terwijl het vocht nog doorvloeit, waarbij dan tevens eene bezinking in den stroom, ten gevolge van hun grooter specifiek gewigt tot stand komt.

DE INVLOED VAN VERSCHILLENDE PRIKKELS OP DE BLOEDSBEWEGING IN DE HAARVATEN.

Ter beoordeeling van den invloed, die prikkels van verschillenden aard op de bloedsbeweging in de haarvaten uitoefenen, is het bovenal noodig zich goed gemeenzaam te maken met de verschijnselen, welke die beweging in den normalen toestand aanbiedt. Daarbij komen onderscheidene bijzonderheden aan den dag, die, werden zij niet in aanmerking genomen, ligt tot verwarring aanleiding geven en eene juiste voorstelling van hetgeen er geschiedt onmogelijk maken zouden.

Twee omstandigheden zijn er, waarop men inzonderheid zijne aandacht te vestigen heeft, namelijk, de hartswerking met de daarvan afhankelijke snelheid der bloedsbeweging en de toestand der vaten.

De rhythmische zamentrekkingen van het hart brengen zonder bijkomende stoornissen eene regelmatige beweging van het bloed door de vaten tot stand; de snelheid dier beweging is in de slagaderen het grootst, kleiner in de aderen en het langzaamst in de haarvaten; zij is, onder overigens gelijke omstandigheden, omgekeerd evenredig aan de wijdte der baan, die het bloed te doorloopen heeft.

Afgezien van de stootsgewijze beweging, die de voortbeweging van elken bloedgolf in het slagaderstelsel vergezelt en die zich bij matige snelheid tot in de arteriën van het zwemvlies voortplant, is de beweging eene volkomen gelijkmatige; bij grootere snelheid is ook de stootsgewijze voortbeweging van het bloed in de slagaderen naauwelijks meer waarneembaar. Bij iedere stoornis evenwel van de regelmatigheid der hartswerking, gelijk die bij den kikvorsch zoo dikwerf binnen de grenzen van het normale wordt waargenomen en in bewegingen van den romp, welligt ook in van andere omstandigheden afhankelijke storingen in de innervatie van het hart gegrond is, ondergaat de bloedsbeweging, gelijk in de andere lichaamsdeelen, zoo ook in het zwemvlies, eene min of meer uitgebreide storing. Daardoor wordt namelijk de snelheid, waarmede het bloed in de slagaderen van het zwemvlies stroomt, gewijzigd en met haar de drukking in het capillairstelsel veranderd. Het gevolg daarvan is in vele gevallen alleen eene omkeering van enkele stroompjes: somwijlen evenwel kan die omkeering tot botsing met andere stroomen en tijdelijken stilstand in eene groep haarvaten aanleiding geven. Een blik op het zwemvlies is beter geschikt, om de noodzakelijkheid der menigvuldige storingen, die daardoor kunnen ontstaan en die onafhankelijk van eenigen aangebragten prikkel tot stand komen, te doen inzien, dan eene uitvoerige uiteenzetting het zou vermogen. Die storingen dienen derhalve in rekening te worden gebragt, waar het geldt den invloed van prikkels op de bloedsbeweging te bestuderen.

Wat de toestand der bloedvaten aangaat, ook deze kan onafhankelijk van de hartswerking tot menigvuldige afwijkingen in de normale bloedsbeweging aanleiding geven.

De slagaderen bezitten, krachtens den tonus en hunne elasticiteit, het vermogen om het door de zamentrekking van het hart in het vaatstelsel gestuwde bloed nader te verdeelen.

Elke verandering in het lumen der vaten zal derhalve eene gewijzigde bloedsverdeeling in het betroffene deel ten gevolge hebben. Dergelijke veranderingen nu, wier grond in een gewijzigde spanning van het in de samenstelling van den vaatwand optredende spierweefsel, meestal onder den invloed van het zenuwstelsel, moet worden gezocht, komen ook zonder opzettelijk aangebragten prikkel menigvuldig voor.

Wij hebben het daarom niet ondienstig geacht, de verhouding van het zenuwstelsel tot het lumen der vaten aan een nader onderzoek te onderwerpen, te meer, dewijl daarin, gelijk wij in onze inleiding zagen, door de zoogenaamde neuro-pathologische theorien de grond der ontsteking wordt gezocht. Onze waarnemingen komen in het kort hierop neer.

a. *Invloed van den n. sympathicus.*

De invloed van den n. sympathicus op het lumen der vaten bij de warmbloedige dieren is een feit, dat tot de zekerste behoort, die de physiologie van onze dagen heeft aan te wijzen. Men zoude op grond daarvan meenen, dat eene dergelijke verhouding ook bij koudbloedige dieren mogt worden aangenomen. Werkelijk geven v. WALTHER 1) en AXMANN 2) aan, na doorsnijding van de communicerende takken tusschen den n. sympathicus en den plexus ischiadicus in het oog loopende veranderingen in den bloedsomloop te hebben waargenomen. v. WALTHER zag eerst den derden dag na de operatie versnelling van den bloedsomloop met verwijding der vaten tot stand komen, die tot den vijfden dag aanhield, om dan voor

1) Beitrag zur Lehre von der Funktion der den cerebrospinalen Nerven beigemischten sympathischen Fäden. *Müller's Archiv.* 1842. p. 444.

2) Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Physiologie des Ganglien-Nerven Systems des Menschen und der Wirbelthiere. Berlin. 1853, p. 82.

vertraging, met vernauwing der vaten en onregelmatige stoots-gewijze beweging en ten slotte stilstand van het bloed, plaats te maken.

AXMANN daarentegen vond onmiddellijk versnelling van den bloedstroom, die na $\frac{1}{4}$ uur in verlangzaming overging en na 21 uren weêr voor versnelling plaats maakte, waarbij evenwel de bloedlichaampjes eene onregelmatige beweging van den eenen wand van het vat naar den anderen bezaten; na $3\frac{1}{2}$ uur begon de stroom weêr eenige vertraging te ondervinden, die tot aan den 6den dag voortschreedt. Den 7den dag stierf het dier; 2 uren vóór den dood was de bloedsomloop in den onbeleedigden poot nog volkomen normaal.

Wij moeten bekennen, dat onze waarnemingen, ten opzichte van den invloed der sympathicus-doorsnijding op den bloedsomloop in het zwemvlies, niet volledig genoeg zijn, om daaromtrent eene stellige uitspraak te veroorloven. Wij hebben onze geoperceerde dieren niet lang genoeg kunnen observeren, daar zij allen bij de excessieve zomerwarmte binnen drie dagen bezweken. Binnen dien tijd hebben wij evenwel nooit met zekerheid eenige verandering in het lumen der vaten noch in de stroomsnelheid kunnen waarnemen; de bloedsomloop bleef tot op korten tijd voor den dood volkomen normaal en leverde bij vergelijking met die in het andere zwemvlies geen merkbaar verschil op.

b. *Invloed van den n. Ischiadicus.*

Veel duidelijker daarentegen was het effect van de doorsnijding van den plexus ischiadicus, die op korten afstand van zijnen oorsprong uit het ruggemerg werd doorkliefd waarbij natuurlijk gelijktijdig de door de rami communicantes verlopende sympathische draden werden getroffen. Onmiddellijk na de operatie was, behalve de totale paralyse van het

geheele been, de sterkere injectie der vaten, vooral die der huid, zeer in het oog vallend; in het zwemvlies was zij met het bloote oog niet waarneembaar, doch viel onmiddellijk in het oog bij de beschouwing met het microscoop. Behalve de meerdere vulling der vaten en de eenigzins verhoogde stroomsnelheid was daarbij evenwel niets abnormaals waar te nemen; zelfs bij een dier, waar vóór 14 dagen de operatie was geschied, was geen spoor van eenige andere stoornis te bespeuren. Wel lieten wij ons aanvankelijk door de toevallige aanwezigheid van onderscheidene kleine bloedextravasaten aan de geopereerde zijde en eene opmerkelijke broosheid der weefsels een oogenblik tot de aanneming eener bijzondere voedingsstoornis verleiden; later evenwel vonden wij bij verscheidene dieren ook aan de niet geopereerde zijde eene menigte bloedextravasaten, terwijl de vermelde broosheid der weefsels ook aan normale pooten, nadat zij herhaaldelijk voor het onderzoek waren gebezigd, werd waargenomen.

Bij galvanische irritatie van het peripherische einde der doorgesneden zenuw ontstaan tetanische spiercontracties van het been, die de waarneming zeer bemoeijelijken en aanmerkelijke stoornis in den bloedsomloop teweeg brengen. Het bloed geraakt in de venae in eene schommelende beweging, schrijdt een eindweegs in de takken terug, terwijl het in de arterien na een oogenblik stil staat. In de capillaria komt ophooping van bloed tot stand. Te midden van al deze storingen evenwel ziet men verscheidene, vooral kleinere slagaderen in zamentrekking verkeerden; bij de venae heb ik mij daarvan nooit met zekerheid kunnen overtuigen. Opmerkelijk is het, dat niet alle kleinere slagaderen zich vernauwen; bij sommigen toch was daarvan geen spoor waarneembaar. De graad van vernauwing hangt af van de sterkte van den stroom en de duurdor inwerking; een zwakke stroom, gedurende een 5tal seconden aangewend geeft de sterkste vernauwing. De duur der

zamentrekking is zeer verschillend; meestal wordt zij na weinige seconden weder opgeheven, om in andere gevallen langer dan een half uur aan te houden: in enkele gevallen duurt zij nog langer.

De zamentrekkingen vangen meestal in de kleinere vertakkingen aan, om zich daarna tot den stam voort te zetten: het verschil is in den regel zeer gering, soms niet waarneembaar. Men ziet daarbij de wanden gelijkmatig tot elkander naderen en bij volkomen sluiting van het lumen, gelijk die in den regel in de kleinere arterien voorkomt, zich aan elkander leggen. Bij de grootere arterien is de zamentrekking minder gelijkmatig, zoodat zij somtijds in peristaltische beweging schijnen te verkeerren, die bij de opvolgende uitzetting nog veel sterker sprekende is.

Uit de medegedeelde onderzoekingen schijnt derhalve te blijken, gelijk reeds door andere onderzoekers, WHARTON JONES, PFLUEGER e. a. is aangegeven, dat in de banen der spinaal-zenuwen insgelijks vaatzenuwen verlopen. Het schijnt zelfs dat zij voor de hoofdzaak daarin verlopen, aangezien wij bij doorsnijding der sympathische takken, met of zonder gelijktijdige extirpatie van het onderste ganglion, nooit merkbare veranderingen in de stroomsnelheid waarnamen. Wij zullen evenwel zoo aanstonds zien, dat dit resultaat slechts schijnbaar is en dat althans de vernauwing der slagaderen na prikkeling van den n. ischiadicus niet bewijst, dat zij daarvan regtstreeks afhangt.

Invloed der gevoelszenuwen.

Wanneer men den rand van een konijn oor en, in mindere mate, wanneer men de huid op eenig ander gedeelte van het ligchaam met een pincet vrij krachtig knijpt, neemt men,

volgens SNELLEN 1), eene tijdelijke vernaauwing van de vaten van het oor waar, waarop verwijding volgt. Wij hebben ons meermalen van de waarheid daarvan overtuigd.

De vraag is, of ook bij den kikvorsch hetzelfde wordt waargenomen. Werkelijk zagen wij, na knijping der huid van het been, altijd vernaauwing van enkele slagaderen, vooral kleinere, in het zwemvlies tot stand komen. In 't algemeen is zij minder sterk en uitgebreid dan bij galvanische prikkeling van den n. ischiadicus: overigens gelden van haar dezelfde bijzonderheden, daarbij vermeld.

Wij meenden dus ook bij den kikvorsch eene reflexie van gevoels- op vaatzenuwen te mogen aannemen. Eene latere waarneming heeft ons daaromtrent echter in twijfeling gebragt. Bij het nagaan van den aard der storing van den bloedsomloop die bij bewegingen van het dier tot stand komen, bleek ons namelijk, dat deze niet alleen afhankelijk zijn van de drukking der spieren op de vaten, maar dat daarbij tevens *eene vernaauwing van de slagaderen tot stand komt*. Wij hebben ons in eene menigte gevallen van de juistheid onzer waarneming kunnen overtuigen. Opmerkelijk is het, dat ook bij dit verschijnsel zeer groote individuele verschillen voorkomen. Niet alleen vernaauwen zich in een zelfde zwemvlies enkele arterien, terwijl andere daarvan geen spoor vertoonen, maar ook bij verschillende dieren is de uitgebreidheid en graad der zamentrekking zeer verschillend. Bij vele, vooral nog niet volkomen volwassene dieren was de zamentrekking schier algemeen, zoowel over de kleinere als grootere arterien verbreid, terwijl wij bij andere, meest oudere dieren dikwijls een geruimen tijd het zwemvlies moesten doorzoeken, om eene arterie in zamentrekking aan te treffen.

Het is dus de vraag, in hoeverre de zamentrekking bij

1) l. c. p. II.

prikkeling der huid van de laatstvermelde te onderscheiden is. Bij knijping der huid, geraakt het dier namelijk in spierbewegingen, die op zich zelve in staat zijn de opvolgende vaatvernaauwing te verklaren: of daarbij tevens eene reflexie van gevoels- of vaatzenuwen tot stand komt, zal nader moeten worden onderzocht.

Niet weinig waren wij verbaasd, toen wij ook, zonder dat er eenige spierbeweging was voorafgegaan, bij een voortgezet onderzoek van het zwemvlies van tijd tot tijd, vooral in de kleinere slagaderen, zamentrekkingen zagen tot stand komen, waarvoor dus geen uitwendige oorzaak was op te sporen. Nog hooger steeg onze verbazing, toen wij hetzelfde bij een zwemvlies waarnamen van een dier, waar sedert 14 dagen aan dezelfde zijde de zenuwen, met inbegrip van de communicerende takken van den n. sympathicus, waren doorsneden. Wij zagen hier de zamentrekkingen elkander zoo snel opvolgen en zoo volkomen tot stand komen, als wij nog nergens hadden waargenomen. Opmerkelijk was, dat evenzeer bij elke spierbeweging eene contractie tot stand kwam. Wij voegen hiernevens het resultaat der waarneming bij eene zelfde arterie:

1e	contractie viel samen met eene spierbeweging.
2e	» $1\frac{1}{2}$ minuut later.
3e	» $\frac{1}{2}$ » »
4e	» 1 » »
5e	» 1 » »
6e	» $\frac{1}{2}$ » »
7e	» $\frac{1}{2}$ » »
8e	» 1 » »
9e	» $\frac{1}{4}$ » »
10e	» 1 » » (het dier beweegt zich).

Bij eene andere groote slagader, in hetzelfde zwemvlies gelegen, nam ik gedurende de eerste 5 minuten geene verandering van lumen waar: daarna begint zij zich langzaam zamen te

trekken: de zamentrekking bedraagt niet meer dan ongeveer het $\frac{1}{6}$ van de breedte en houdt e. 5 minuten aan, waarna de arterie tot haar normaal volumen terugkeert. Kortens tijd daarop geraakt het vat, zonder dat er beweging had plaats gegrepen of eenige andere uitwendige aanleiding daarvoor te vinden was, in, om de 5 secunden op elkander volgende, zamentrekkingen en verwijdingen met bijna totale verdwijning van het lumen. Daarna bleef het vat weer eenigen tijd stationair.

Tot ons leedwezen heeft het ons aan den tijd ontbroken, om onze waarnemingen omtrent de hier vermelde zamentrekkingsverschijnselen, die aan de door SCHIEFF in het konijnnoor ontdekte herinneren, nader uit te breiden en er de oorzaak van op te sporen. Voorshands blijkt daaruit alleen, dat de bewegingsverschijnselen der slagaderen van zeer zamengestelde natuur zijn en ten deele ook onafhankelijk van den invloed der zenuwen tot stand komen. Wij willen hierbij opmerken, dat deze waarnemingen allen genomen zijn bij jeugdige nog onvolwassen dieren: enkele waarnemingen bij volwassen dieren hebben ons reeds overtuigd, dat gemelde verschijnselen hier lang niet in die uitgebreidheid worden aangetroffen, schoon ze ook hier niet schijnen te ontbreken.

Wij hopen later in staat te zijn daaromtrent nadere bijzonderheden te kunnen mededeelen. Voor het oogenblik was het ons doel alleen er op opmerkzaam te maken, hoeveel omzigtigheid er noodig is ter juiste beoordeeling van verschillende prikkels op den bloedsomloop in de haarvaten, waaromtrent wij thans onze waarnemingen gaan mededeelen.

Schoon zeer verschillend in aard, biedt de werking van prikkels op de bloedvaten en de bloedsomloop gelijk wij zullen zien, eene groote overeenkomst aan. In de eerste plaats gaan wij den invloed na, die door de plaatselijke aanwending van

galvanisme, warmte, koude en mechanische prikkels op den bloedsomloop in de haarvaten wordt uitgeoefend.

Wanneer men een zwakken inductie-stroom op het zwemvlies laat inwerken, komt constant vernaauwing der tusschen de polen gelegene slagaderen tot stand, zoowel van de grootere als van de kleinere. De zamentrekking vangt aan bij de plaats, die direct door den stroom wordt getroffen en schrijdt van daar naar het contraalgedeelte en de peripherie van het vat voort: het tijdsverloop, dat daarmede verstrijkt, is in den regel alleen bij de grootere slagaderen waarneembaar, in enkele gevallen ook bij de kleinere. De zamentrekking breidt zich niet altijd over het geheele vat uit; somwijlen is en blijft zij zeer lokaal. De kleinere vaten trekken zich in den regel het snelst zamen; soms komt de vernaauwing schier oogenblikkelijk tot stand, meestal binnen de 5—10 seconden. De duur dier zamentrekking is bij de aanwending van een zelfden stroom zeer verschillend: gewoonlijk bedraagt hij weinige seconden, somtijds meer dan een half uur; langer hebben wij ze nooit waargenomen. De graad der zamentrekking is meest eene volkomene, zoodat de wanden zich aaneensluiten en van het lumen niets meer te bespeuren is.

Bij de grootere slagaderen daarentegen is de snelheid der zamentrekking geringer en de graad eene minder volkomene dan bij de kleinere, schoon ook hier menigmaal het lumen volkomen verdwijnt. Zoowel de duur der zamentrekking als de tijd, die tusschen den aanvang der verwijding en het bereiken der normale wijdte verstrijkt, is langer dan bij de eerste. Verder gelden van de zamentrekking na galvanische prikking dezelfde bijzonderheden, die bij op andere wijze verkregene reeds vroeger zijn vermeld. Overigens worden bij de besprokene verschijnselen zooveel verschillen waargenomen, dat zij zich nauwelijks tot algemeene regelen laten terugbrengen. Vernaauwing der in het zwemvlies verloopende aderen mee-

nen wij wel in enkele gevallen en in zeer geringen graad te hebben aangetroffen, met zekerheid hebben wij ze intusschen nooit kunnen waarnemen. Evenmin hebben wij in het lumen der haarvaten ooit eenige verandering kunnen bespeuren.

De groote vaten, die ter zijde van de vingers van den poot gelegen zijn en waaruit de in het zwemvlies verloopen- de vaten ontspringen, trekken zich bij galvanische prikkeling insgelijks zamen, — en wel beide de slagaderen en aderen. De vernauwing der eerste is gewoonlijk minder volkomen dan die der kleinere (tot op $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{4}$ van het lumen) en breidt zich trager en over eene veel kleinere uitgestrektheid uit: de takken, die zij digt bij de geprikkelde plaats afgeven, worden in den regel ten deele of over hunne geheele uitgestrektheid mede vernauwd. De vernauwing der venae is in den regel nog minder uitgebreid en strekt zich somtijds weinig verder dan de plaats van prikkeling uit, zoodat zij er als plaatselijk toegesnoerd uitzien.

De storingen in den bloedsomloop, die als gevolg van de medegedeelde zamentrekkings-verschijnselen optreden, kunnen verschillende zijn. Bij plaatselijke vernauwing van een arterie-tak, op eenigen afstand van de plaats, waar hij ontspringt, wordt het bloed met verhoogde snelheid door het vernauwde gedeelte gedreven. In de haarvaten ondergaat de beweging daarbij geene de minste verandering, ten zij de vernauwing zeer groot of wel volkomen zij; in dat geval, namelijk, wordt de toevoer van bloed beperkt of opgeheven. Wat dien ten gevolge geschiedt, zullen wij zoo aanstonds zien.

Strekt zich de vernauwing uit tot aan de plaats, waar het vat ontspringt, zoo neemt de snelheid der bloedsbeweging in het vernauwde gedeelte niet toe, maar af, wegens den groo- teren weêrstand, dien het bloed bij het instroomen van den vernauwden tak ondervindt. Trekt zich het vat volkomen zamen, dan wordt het bloed, naarmate de vernauwing

peripherisch of nabij de plaats waar het ontspringt of eindelijk in meer naar het midden toe gelegen gedeelten aanvangt, in omgekeerde rigting óf naar de haarvaten, óf wel naar beide rigtingen te gelijk uitgedreven.

Al naarmate de zamentrekking eener slagader volkomen of gedeeltelijk is, wordt de bloedstoevoer naar de haarvaten geheel opgeheven of slechts beperkt. Dien tengevolge staat het bloed in de haarvaten volkomen of nagenoeg stil. De gekleurde bloedligchaampjes worden, ten gevolge hunner grootere hoeveelheid van beweging, nog een eind weegs voortgedreven en geraken in naburige stroomen, waardoor zij worden medegevoerd, of wel zij bezinken vóór dien tijd en blijven in rust. De aanvang der haarvaten schijnt ledig te zijn en bevat nevens enkele gekleurde, niets dan eenige ongekleurde bloedligchaampjes en serum. Somwijlen bepaalt zich de storing in de bloedsbeweging tot het medegedeelde; in andere gevallen daarentegen komen de met geringe snelheid voortbewogen gekleurde ligchaampjes in botsing met die, welke in naburige vaten voortbewogen worden; daardoor, in verband met de gewijzigde drukking, die ten gevolge van den stilstand in de naburige haarvaten tot stand komt, somtijds ook door de laatste alleen, wordt de rigting van den stroom in sommige haarvaatjes omgekeerd, hun inhoud geraakt in botsing met die der belendende vaatjes die ten slotte tot stasis leidt. Het tot stand komen en de uitgebreidheid dier stasis hangt natuurlijk geheel van de bijzondere anatomische verspreiding der haarvaten af. Vernauwing der venae digitales is op zich zelve in staat, door belemmerden afvoer van het bloed door de aderen, tot stasis te leiden en draagt in allen gevalle, waar deze reeds ten gevolge van vernauwing van slagaderen is ontstaan, tot hare uitbreiding bij.

De uiteenzetting der bijzonderheden, die bij de medegedeelde verschijnselen worden waargenomen, zoude ons te ver voeren;

een weinig nadenken en nog beter eigen aanschouwing zullen het ontbrekende gemakkelijk aanvullen.

Eene opmerking willen wij hierbij voegen, namelijk, dat de op deze wijze ontstane storingen, hetzij er stasis tot stand komt of niet, zich, na opheffing der aanleidende oorzaak, de vernauwing der vaten, *altijd* herstellen. Zelfs waar die vernauwing langer dan een half uur aanhield, hebben wij nooit blijvende stasis aangetroffen.

Mechanische prikkeling der vaten, b. v. door met de punt eener naald over het zwemvlies te strijken, leidt insgelijks tot vernauwing der slagaderen, die in den regel korter van duur is en daardoor zelden tot stasis leidt, maar overigens tot dezelfde storingen leidt, waarvan zoo even sprake was. Bij dieper ingrijpende mechanische beleediging ontstaan storingen in de beweging, die, al naarmate daarbij slagaderen, aderen of haarvaten afzonderlijk of wel gelijktijdig worden gekleefd, verschillend zijn. Men vindt ze bij WHARTON JONES 1) even uitvoerig als naauwkeurig uiteengezet. Bij doorsnijding van slagaderen komt zamentrekking tot stand, waardoor uitstorting van bloed in de wond wordt belet; beneden de wond blijft het bloed stagneren tot aan den eersten zijtak, door welke het in normale rigting zijn weg vervolgen kan; door anastomose met naburige arteriae, venae of capillaria, waarin omkeering der stroomen, ten gevolge van de gewijzigde drukking, tot stand komt, wordt ook in het boven de verwonding gelegen gedeelte bloed aangevoerd en, naar gelang der bijzondere anatomische verhoudingen, ten deele in normale, ten deele in tegengestelde rigting voortgestuwd. Dat daarbij tevens botsing en stilstand van stroomen tot stand komt, die zich in vele gevallen niet weder opheft en het uitgangspunt van verdere veranderingen vormt, is ligt te begrijpen. Bij doorsnijding van venae komt meestal

1) l. c. p. 23 en volg.

bloeduitstorting tot stand, die evenwel slechts kort aanhoudt, daar de doorsneden uiteinden spoedig door coagulatie van het uittredende bloed worden verstopt. De bloedsomloop herstelt zich ten deele, door anastomosen met naburige arterien, capillairen of venae, waarbij de stroomrigting geheel of gedeeltelijk de normale blijft, of eene tegengestelde wordt. In de onmiddellijk aan de wond grenzende gedeelten der venae blijft het bloed stagneren, terwijl in den omtrek in enkele haarvaatgroepen op dezelfde wijze als zoo even is beschreven stasis tot stand komt. Klieving van haarvaten brengt op soortgelijke wijze over eene kleiner of grooter uitgestrektheid stasis te weeg.

Van zamengestelder aard is de invloed der *warmte* op den bloedsomloop door de haarvaten. Wanneer men het zwemvlies aan de uitstralende warmte van eene gloeiend staafje, dat op zekeren afstand wordt gehouden, of aan de medegedeelde van tot 40° C. verwarmd water blootstelt, bespeurt men oogenblikkelijk eene versnelling van den bloedsomloop en meerdere vulling der vaten, zoowel van slagaderen, aderen als haarvaten. Van verwijding of voorafgaande vernauwing der eerste is niets te bespeuren; de bloedsbeweging is alleen versneld, doch overigens ongestoord. Dit schijnt te bewijzen, dat alleen vermindering van de cohesie des bloeds, ten gevolge van temperatuursverhooging, daarvan de oorzaak is. — Naarmate het staafje of het water koeler worden, keert allengs de snelheid van den bloedsomloop tot het normale terug, schoon zij ons toescheen, nog een geruimen tijd een weinig versneld te blijven.

Bij 70° C. wordt de bloedsomloop insgelijks tijdelijk versneld, om evenwel spoedig in enkele oppervlakkige haarvaten, weldra ook in de dieper gelegene en in sommige kleinere venae beneden het normale te dalen. De snelheid neemt voortdurend gelijkmatig af, terwijl zich de bloedligchaampjes ophoopen, en wordt eindelijk geheel opgeheven. Van ver-

naauwing der arterien is niets te bespeuren; integendeel de meerdere vulling en de aanvankelijk, naar het schijnt, verhoogde stroomsnelheid wijzen op eenige verwijding, die intusschen nooit meer dan zeer gering kan zijn.

Bij nog hoogere temperatuur, b. v. van 90° C., schrompelt het weefsel met de vaten onmiddellijk zamen, terwijl het bloed voor een groot deel wordt uitgedreven en voor 't overige gedeelte in stilstand geraakt. Enkele kleinere slagaderen, aan den rand van het veld gelegen, blijven ongedeed en stuwen hunnen inhoud naar 't schijnt met verhoogde snelheid voort. Overigens verkeert in den omtrek van de getroffen plaats het bloed overal in stilstand. De bloedstroom herstelt zich niet meer, het zwemvlies wordt broos, scheurt bij de minste aanleiding in en sterft eindelijk geheel af. De stasis, die bij lagere temperatuur, $50-60^{\circ}$, ontstaat, zagen wij, na het dier 24 uren in koud water te hebben geplaatst, dikwijls weer opgeheven worden.

De invloed van *koude*, althans van 0° C., waartoe wij ons van ijs bedienden, is nauwelijks merkbaar. Hier en daar meenden wij eenige vernauwing van kleinere slagaderen te bespeuren. In de snelheid van den bloedsomloop werd geen onderscheid waargenomen hoezoer hier vermeerderde cohaesie van het bloed ware te wachten geweest.

Eene tweede reeks van prikkels vormen de zuren, waarvan wij het azijnzuur, zoutzuur, zwavelzuur en salpeterzuur hebben onderzocht. Allen werden in matig verdunden toestand aangewend. Hun invloed op de bloedsbeweging is eene eigenaardige. Brengt men van gemelde stoffen in zeer verdunden toestand een weinig op het zwemvlies, zoo schijnt de snelheid der bloedsbeweging een oogenblik verhoogd te worden. Weinige secunden later daalt zij beneden het normale, de bloedligchaampjes bezinken, hoopen zich op

en weldra treedt stasis in. Zamentrekking van slagaderen werd daarbij enkele malen, doch in den regel niet waargenomen. Naarmate zich de prikkel over eene groote uitgestrektheid uitbreidt en langer inwerkt, breidt zich insgelijks de stasis uit. Heeft deze nog slechts korten tijd ingewerkt, dan wordt zij, na zorgvuldige afspoeling van den poot met water, somwijlen weêr opgeheven. De wijze, waarop zulks geschiedt, komt later ter sprake. In den regel blijft de stasis bestaan; reeds na weinige uren beginnen zich de omtrekken der bloedligchaampjes, gelijk die der vaten, te verliezen, de donker roode kleur wordt doorschijnender en begint zich ook buiten de vaten te verspreiden. Langzamerhand ondergaat het bloed en ook het weefsel van het zwemvlies eene reeks van veranderingen, wier nadere beschouwing voor het oogenblik buiten ons doel ligt.

Wendt men deze zuren daarentegen in minder verdunden toestand aan, zoo neemt men insgelijks eene tijdelijke versnelling van den bloedsomloop waar, die spoedig voor vertraging plaats maakt, maar in plaats van eene ophooping van gekleurde bloedligchaampjes, gelijk die bij verlangzaming van den stroom onder andere invloeden tot stand komt, ziet men in weinige oogeblikken zich het geheele haarvatstelsel daarvan ontledigen. Gelijkzeitig bespeurt men, dat de slagaderen, wier lumen op enkele plaatsen vernaauwd wordt aangetroffen, maar in den regel onveranderd is gebleven, schier geen enkel bloedligchaampje toevoeren en er uitzien als waren zij geheel ledig. In de stammen der venae ziet men ze zich opeenhoopen en een eind weegs voortbewegen, om dan soms plotseling stil te staan. Het zwemvlies neemt daarbij een bleek anaemisch, troebel aanzien aan. WEBER, die deze eigenaardige werking der zuren insgelijks heeft waargenomen, geeft daarvan eene zeer juiste beschrijving; alleen kunnen wij niet met hem instemmen,

wanneer hij beweert, dat daarbij geen stasis ontstaat. De ophooping der ligchaampjes in de stammen der venae en de volmaakte rust, waarin zij verkeeren, bewijzen, dat het bloed in de haarvaten wel degelijk in stilstand verkeert, al wijkt de vorm, waaronder de stasis hier optreedt, van de gewone af.

Bij de inwerking van verdunde caustieke alkaliën hebben wij iets dergelijks niet kunnen bespeuren; hunne werking komt met die der zeer verdunde zuren overeen. Alleen de ammonia onderscheidt zich daarvan in zooverre, dat zij dikwerf tot zamentrekking der slagaderen leidt, die intusschen in den regel eerst intreedt, nadat zich reeds in onderscheidene haarvaatgroepen stasis heeft gevormd, schoon zij op hare beurt tot de uitbreiding daarvan kan bijdragen. Verder gelukt het in den regel, wanneer de ammonia niet langer dan 2—3 minuten heeft uitgewerkt, de stasis zich, na zorgvuldige verwijdering van den prikkel, weder te zien opheffen. Waar zij bestaan blijft schijnen de secundaire veranderingen die het bloed en het weefsel ondergaan, langzamer voort te schrijden dan bij alkaliën en de zuren het geval is.

Wij gaan thans over tot de beschouwing van eene reeks van stoffen, wier invloed op den bloedsomloop daarom voor de verklaring van de stasis van zooveel beteekenis is, omdat hunne werking tot bekende physische verschijnselen kan worden terug gebracht. Wij bedoelen de klasse der neutrale zouten en andere chemisch indifferenten stoffen, zooals chloornatrium, suiker, chloorcalcium, ureum, sulfas sodae, sulfas magnesiaë enz. Wij zullen ze niet allen afzonderlijk ter sprake brengen, maar ons bepalen tot de beschrijving van de

wijze, waarop het keukenzout werkt: de invloed van de verder opgenoemde stoffen is van die van het keukenzout niet wezenlijk onderscheiden, maar biedt alleen ten opzichte van de snelheid, waarmede zij werken, belangrijke verschillen aan, waardoor het eindresultaat der prikkeling niet altijd hetzelfde is.

Wanneer men eene koud verzadigde oplossing van zuiver chloornatrium met het zwemvlies in aanraking brengt, neemt men schier oogenblikkelijk eene geringe versnelling van den bloedsomloop waar; van uitzetting der vaten, bepaaldelijk der slagaderen, gelijk algemeen wordt aangenomen, konden wij ons nooit met zekerheid overtuigen; op grond van de verhoogde snelheid van den bloedstroom, mag men echter met waarschijnlijkheid eene geringe verwijding aannemen. Die versnelling duurt slechts weinige secunden, waarna men, het eerst in de haarvaten, weldra ook in den aanvang der venae en de fijne vertakkingen der slagaderen, gelijkmatige verlangzaming van den stroom waarneemt; eindelijk neemt ook in de grootere takken der venae de stroom voortdurend in snelheid af. Ook in de arterietakken, die zich in de haarvaten splitsen, waarin stasis is ontstaan, begint de bloedstroom allengs vertraagd te worden, waarbij zich de ligchaampjes zooveel mogelijk in de peripherie ophoopen, en geraakt eindelijk in stilstand: in den stam breidt zich de stasis uit tot de plaats, waar andere takken ontspringen, die zich in haarvaten splitsen, waarin de beweging nog onbelemmerd is. Wanneer zich op deze wijze alle takken met bloedligchaampjes hebben opgevuld en de weg voor den toevoer van het bloed is afgesneden, beginnen zich ook in den stam de ligchaampjes op te hoopen. Opmerkelijk is het daarbij, dat dit zeer langzaam geschiedt: nu en dan wordt door den hoofdstam, waaruit het vat ontspringt, een enkel gekleurd ligchaampje in dit laatste gestuwd, terwijl de kleurlooze ligchaampjes in groote getale daarin worden gedreven.

Terwijl alzoo de peripherie van het vat zoo sterk mogelijk gevuld is, blijft het centraal gedeelte gedurende een geruimen tijd schier ledig. De reden daarvan moet natuurlijk gezocht worden in den buitengewonen weerstand, die het bloed bij het instroomen in het vat ten gevolge van de verstopping der haarvaten ondervindt; terwijl het bloedvocht met de kleurlooze ligchaampjes daarin worden geperst, is de weerstand, die de, met eene grootere hoeveelheid beweging bedeelde gekleurde ligchaampjes ondervinden, wanneer zij in schuinsche rigting door den hoofdstam daarin worden gestuwd, groot genoeg, om te maken, dat zij zich langs de opening heen bewegen, zonder daarin te geraken: slechts enkele der digter bij den wand gelegene ligchaampjes worden in het vat gestuwd en brengen ten slotte volkomen verstopping te weeg tot aan de plaats, waar het ontspringt. De gekleurde ligchaampjes hoopen zich op, de centrale stroom in de grootere venae verbreedt zich. Eindelijk ziet men, gelijktijdig op verschillende plaatsen de bloedligchaampjes in de overvulde en uitgezette haarvaten stilstaan: in weinige oogenblikken breidt zich over de geheele plaats, waarmede het zout in aanraking is, de stasis in de haarvaten uit.

Nog leerrijker is het beeld, dat men verkrijgt, wanneer men het zout niet oplost, maar als zoodanig met het zwemvlies in aanraking brengt. Die plaats vormt dan het centrum, rondom hetwelk in steeds wijder wordende kringen het bloed in de haarvaten, later ook in de aderen en slagaderen, vertraagd wordt, en eindelijk in stasis geraakt. Niet altijd evenwel is die uitbreiding even regelmatig; dikwijls zelfs ziet men op verder afgelegene plaatsen de stasis eerder tot stand komen als in de nader bij het zout gelegene. De oorzaak hiervan is meestal gelegen in de minder of meerder gunstige voorwaarden, waaronder het bloed in de haarvaten wordt voortgedreven. Splijst zich eene arterie in haarvaten, die zich op

korten afstand tot eene groote vena vereenigen, zoo zal de snelheid en kracht van den bloedstroom hier grooter zijn dan wanneer de slagader zich in een zeer uitgebreid net van haarvaten splitst, dat zich in eene menigte kleinere venae ontlast. In het eerste geval wordt het bloed onder den invloed van het zout veel moeilijker tot stilstand gebracht dan in het laatste; overigens is de snelheid, waarmede de stasis tot stand komt, opmerkelijk groot 1).

Een verschijnsel daarbij, dat wij meermalen waarnamen, verdient, naar ons inzien, bijzondere aandacht. Bij een nauwgezet onderzoek van de bloedsbeweging in den omtrek eener groep haarvaten, waarin het bloed op weg is om in stasis te geraken, ziet men somtijds in haarvaten, zelfs in kleinere aderlijke takken, waarin de normale stroom zich van de plaats waar het zout ligt, *af*-beweegt, de beweging niet alleen vertraagd en ten slotte geheel opgeheven worden, maar zelfs *in de tegenovergestelde* overgaan, zoodat het bloed zich naar de plaats van prikkeling heen beweegt. Vroeger werd reeds vermeld, dat de gewijzigde drukking ten gevolge van vernauwing der slagaderen soms tot omkeering van stroomen, zelfs in groote aderen, kan aanleiding geven: hetzelfde, wordt meermalen waargenomen, waar stasis, in een gedeelte der vaten, op welke wijze ook ontstaan, ook die door keukenzout, de oorzaak der gewijzigde drukking is. Voor het verschijnsel, dat wij hier bespreken, hebben wij nooit een anderen grond kunnen bespeuren, dan die in den directen invloed van het zout zelve moet gelegen zijn.

1) Wij hadden tijdens dit onderzoek alleen jeugdige, nog niet volwassen kikvorschen ter onzer beschikking. Later bleek ons dat bij krachtige, volwassen dieren de snelheid, waarmede de stasis tot stand komt veel geringer is, schoon zij nooit achterwege blijft en overigens dezelfde bijzonderheden als bij jongere dieren aanbiedt.

Van de overige stoffen, die wij nevens het keukenzout vermeldden, werken het ureum in zelfstandigheid, de suiker, die wij om zijne moeilijke oplosbaarheid meest in koud verzadigde oplossing bezigden en het chloorcalcium met eene snelheid, die voor die van het chloornatrium weinig onder doet en naar omstandigheden, dan bij de eene zelfstandigheid, dan bij de andere grooter is. Wat de sulfas sodae en de sulfas magnesiaee aangaat, deze werken in zelfstandigheid nauwelijks vertragend op den bloedsomloop, waarbij welligt het hooge gehalte aan kristalwater dezer zouten in aanmerking komt. Evenmin is onder den invloed van de overige neutrale zouten, die wij alleen in oplossing bezigden, meer dan eene, zelfs niet altijd duidelijke vertraging van den bloedstroom waarneembaar. Al deze stoffen evenwel brengen, wanneer zij met de longen van den kikvorsch in aanraking worden gebragt, in den regel nog sneller stasis voort, dan wij bij aanwending van keukenzout op het zwemvlies in de vaten van dit laatste zien tot stand komen.

Zamentrekking van slagadren werd onder den invloed van alle tot deze klasse behoorende prikkels nooit waargenomen: wel namen wij gelijktijdig somwijlen vernaauwing der arteriae waar, maar het zeldzaam voorkomen daarvan doet ons geneigd zijn deze als onafhankelijk van den prikkel te beschouwen.

De stasis, die onder den invloed van de stoffen, waarvan sprake is, tot stand komt, biedt eene andere bijzonderheid aan in de betrekkelijke gemakkelijkerheid, waarmede zij weder wordt opgeheven. Terwijl na die, welke onder den invloed van zuren en alkalien ontstaat, slechts bij zeer korten duur der inwerking en zorgvuldige afspoeling van den prikkel, de bloedsomloop zich somwijlen en dan meestal onvolkomen herstelt, zien we hier in den regel onder dezelfde behandeling volkomen herstelling der bloedsbeweging tot stand komen:

alléén wanneer de stasis langer dan een uur bestaan heeft, zien wij ze meestal of niet, of slechts voor een gedeelte opgeheven worden.

De wijze waarop de bloedsomloop zich herstelt, is de volgende: allengs begint zich in de slagaderen eene zeer geringe schommelende beweging te vertoonen, die op verminderden weerstand in de haarvaten wijst. Langzamerhand deelt zich de beweging ook aan den inhoud dezer laatste en ten slotte ook aan die der venae mede: de schommelingen worden grooter en grooter en eindelijk geraakt het bloed in eene langzaam voortgaande beweging, die allengs in snelheid toeneemt, tot dat zich de bloedsomloop volkomen heeft hersteld. Is de stasis niet algemeen, dan worden, meestal vóór dat de beweging zich tot in de venae voortplant, enkele bloedligchaampjes uit de haarvaten in den belendenden stroom gestuwd en daarmee weggevoerd. Allengs ontledigt zich op deze wijze de inhoud der haarvaten geheel en geraakt het bloed daarin weder in regelmatige strooming, vóór dat zich in de venae nog eenige beweging vertoont. Eindelijk herstelt zij zich ook hier en na korter of langer tijd is de bloedsomloop volkomen tot het normale teruggekeerd.

Bij herstelling van den bloedsomloop na stasis door alkaliën of zuren, ziet men somwijlen gedeelten van den inhoud der haarvaten in zamenhang in den omloop geraken; bij die welke door neutrale zouten en andere stoffen ontstaat, hebben wij daarvan nooit iets kunnen bespeuren.

Vragen wij thans naar eene verklaring van het ontstaan der storingen van den bloedsomloop in de haarvaten, als wier resultaat wij bij het zwemvlies van den kikvorsch de stasis hebben leeren kennen, zoo behoeft het nauwelijks te worden herhaald, dat die niet in eene van verwijding van het lumen

der vaten afhankelijke wijziging van de stroomsnelheid kan worden gezocht. De ongelijke verdeeling van de bloedsdrukking in het haarvatenstelsel, ten gevolge van wijzigingen in de hartswerking en vernauwing der slagaderen is ter verklaring der stasis evenmin in staat. Immers, in de meerderheid der gevallen, waarbij stasis tot stand komt, zien wij hoegenaamd geene veranderingen in het lumen der vaten *ten gevolge van den prikkel* ontstaan, wanneer wij afzien van de geringe verwijding, die ter verklaring van de voorbijgaande versnelling van den bloedstroom, bij aanraking van den prikkel, schijnt te moeten worden aangenomen. Daarenboven zagen wij, dat, waar, onder andere invloeden, verwijding of vernauwing der slagaderen ontstaan, zoo als bij doorsnijding van den n. ischiadicus en directe prikkeling dier zenuw of van het vat zelve, òf in 't geheel geene òf slechts voorbijgaande storingen in den bloedsomloop worden geboren; hetzelfde geldt van de spontane zamentrekking, die somtijds bij de slagaderen voorkomt. Wel neemt men in al deze gevallen somwijlen stilstand van het bloed waar, doch deze onderscheidt zich, evenzeer door zijn voorbijgaand karakter als door de wijze, waarop hij wordt opgeheven, van de stasis, waarvan bij ons onderzoek sprake was. Daarmede achten wij het vroeger door ons uitgesproken oordeel omtrent de theorien van HENLE en BRUECKE nader geregtvaardigd. Wij mogen alzoo veilig uitspreken, dat de stasis onafhankelijk van de hartswerking en den toestand der vaten tot stand komt.

Om daaromtrent op meer directe wijze tot zekerheid te komen en tevens, zoo mogelijk, tot eene verklaring van de stasis te geraken, hebben wij, op het voetspoor van H. WEBER 1), den invloed van prikkels onderzocht, wanneer door onderbinding der vaten de bloedsomloop volkomen is opgeheven.

1) Experimente über die Stase an der Frosch-Schwimmhaut. MUELLER'S Archiv. 1852, p. 361.

Ten einde den storenden invloed der bewegingen van het dier op den bloedsomloop te voorkomen, hebben wij, even als bij het onderzoek bij onbelemmerden bloedsomloop, steeds den plexus Ischiadicus doorsneden. Daarna werd, nadat wij vooraf den bloedsomloop naauwkeurig hadden onderzocht, de poot even boven de knieholte met een bandje stevig omsnoerd. Onmiddellijk wordt de snelheid der bloedsbeweging in de venae en haarvaten tot een minimum gereduceerd: het bloed verkeert eenige oogenblikken in eene schommelende beweging en blijft daarna volkomen in rust. In de slagaderen staat het aanvankelijk een oogenblik stil, gaat daarna een oogenblik in omgekeerde rigting terug, om zich eindelijk weer met hoogst geringe snelheid voort te bewegen en ten slotte in volkomene rust te geraken.

Onmiddellijk nadat wij ons van den volkomen stilstand in alle vaten hadden overtuigd, werden de te onderzoeken stoffen opgebracht, waartoe wij alleen diegene gebruikten, wier invloed wij bij normalen bloedsomloop hadden nagegaan. Wij moeten hierbij nog opmerken, dat men bij het opbrengen van den prikkel met de meeste omzigtigheid dient te werk te gaan: de minste drukking op of stoot tegen het zwemvlies brengt het buitengemeen bewegelijke bloed aanstonds in bewegingen, die een juiste waarneming van den invloed des prikkels verhinderen.

Verdunde alkaliën, soda, potassa en ammonia brengen onmiddellijk een stroom te weeg, die zich uit de slagaderen en aderen naar de haarvaten beweegt en in de aderen derhalve aan den normalen tegenovergesteld is. Somwijlen, vooral bij prikkeling met ammonia, wordt deze beweging door bijkomende zamentrekking der slagaderen ondersteund. Reeds vóór dat deze stroom het haarvatenstelsel heeft bereikt, dus in de kleinere vertakkingen der venae en arteriae heeft het bloed veranderingen ondergaan, die het doen stilstaan.

Achter de plaats, waar het bloed stil staat, hoopen zich de ligchaampjes op, zoo lang de stroom duurt. De haarvaten zijn weinig meer gevuld dan in den normalen toestand.

Bij opheffing der ligatuur blijft de stasis bestaan: in enkele gevallen ziet men ook hier na korte inwerking door afspoeling met water verdwijnen.

De werking der zuren vertoont dezelfde eigenaardigheid, die wij reeds bij de vermelding van hun invloed bij vrijen bloedsomloop hebben medegedeeld. Bij groote verdunning brengen zij op dezelfde wijze als de alkaliën een stroom naar de haarvaten te weeg. In meer geconcentreerden toestand zien wij het tegenovergestelde plaats grijpen: de haarvaten ontleedigen zich van hunnen inhoud, althans van de bloedligchaampjes, terwijl het zwemvlies een bleek troebel aanzien verkrijgt: voegt men nu wederom water, of de zeer verdunde oplossing toe, zoo stelt zich de stroom naar de haarvaten weder in. Wordt de ligatuur opgeheven, zoo blijft de toestand der haarvaten gelijk zij te voren was. Alleen wordt, na aanwending der zeer verdunde oplossing, de bloedsomloop door afspoeling met water weder hersteld. Onze waarnemingen komen dus volkomen met die van WEBER overeen.

Eenigzins anders verhouden zich keukenzout, ureum en suiker: bij plaatselijke aanwending dezer stoffen, de beide eersten in onopgelosten toestand, ontstaat onmiddellijk eene strooming naar de haarvaten, gelijk die bij verdunde alkaliën en zeer verdunde zuren is beschreven. Zij onderscheidt zich hiervan in zoo verre, dat zij minder levendig is, maar langer aanhoudt en dieper in de haarvaten doordringt, zoodat de ophooping van ligchaampjes hier veel sterker is. Reeds voor het bloote oog is het verschil aan de meerdere roodheid der tusschen de vaatstammen gelegen gedeelten merkbaar. Tevens bemerkt men, dat de ophooping lokaal is en juist aan de plaats, waar de prikkel is aangebragt, beantwoordt. Van alle

rigtingen ziet men het bloed uit den omtrek zich naar die plaats toe bewegen en niet eerder in rust komen, voor dat de haarvaten zoo volkomen mogelijk gevuld zijn.

Heeft men thans de ligatuur op, zoo neemt, na zorgvuldige afspoeling met water, het bloed in de vaten weer eene schommelende en allengs langzaam voortschrijdende beweging aan, die zich steeds verder uitbreidt; ten slotte wordt, op dezelfde wijze als zulks bij onbelemmerden bloedsomloop is medegedeeld, de bloedsbeweging in alle vaten, of in een groot gedeelte, hersteld. Heeft de inwerking te lang geduurd, b. v. een half uur, zoo heft zich de stasis niet weer op en na eenigen tijd treden de secundaire bloedsveranderingen in. Ook bij inwerking der verder tot deze reeks van indifferente lichamen behorende stoffen wordt hetzelfde verschijnsel waargenomen; doch meestal is de strooming zeer zwak. In vele gevallen is daarvan zelfs niets te bespeuren.

De medegedeelde experimenten leveren op nieuw het bewijs, dat het ontstaan van de stasis van de bloedsbeweging volkomen onafhankelijk is; immers, wij zagen ze onder dezelfde invloeden en op gelijke wijze tot stand komen, hetzij de bloedsomloop opgeheven of onbelemmerd was; wel worden in het laatste geval de bewegingsverschijnselen, die onder den invloed van den prikkel tot stand komen in den regel aan de waarneming onttrokken, maar bij aandachtig onderzoek worden ze ook hier, gelijk wij vroeger mededeelden niet geheel gemist.

Wij komen thans tot de vraag, welke de oorzaak der besprokene bewegingsverschijnselen zij. Wij hebben gezien, dat deze niet anders dan in den angebragten prikkel kan gelegen zijn. Wat nu den invloed van neutrale zouten, suiker en ureum betreft, deze kan wel niet anders dan aan eene

wijziging der diffusie tusschen het voedingsvocht en het bloed worden toegeschreven; de verschijnselen zijn daarmede volkomen in overeenstemming. Dien ten gevolge wordt aan het bloed water onttrokken en de cohaesie verhoogd. Daaraan evenredig neemt, zoo als bekend is, de weerstand noodwendig toe, die het bloed bij zijne beweging door de vaten ondervindt en het noodzakelijke gevolg is: verlangzaming van den stroom, waarbij de ligchaampjes bezinken, zich ophoopen en ten slotte verstopping der vaten tot stand komt. Het spreekt van zelf, dat hiermede niet meer dan eene algemeene voorstelling is uitgesproken en dat het verschijnsel niet zoo eenvoudig is als men zich welligt, op grond daarvan, zou voorstellen. Onze kennis omtrent de normale diffusie tusschen voedingsvocht en bloed, omtrent de cohaesie van het bloed en hare verhouding tot de stroomsnelheid enz. enz., is intusschen nog veel te gering, om reeds nu eene juiste analyse van het verschijnsel mogelijk te maken. Voorshands moeten wij ons dus met eene algemeene voorstelling te vreden stellen, die het uitgangspunt kan worden voor verder onderzoek.

Men zal welligt als bezwaar tegen deze voorstelling aanvoeren, dat de snelheid, waarmede het bloed door de haarvaten stroomt, te groot is, om alleen door verhooging der cohaesie, ten gevolge van diffusie, te worden opgeheven. Men zal meenen, dat de tijd gedurende welke het bloed met het plaatselijk gewijzigde voedingsvocht in wisselwerking verkeert, te kort is, om het eene dergelijke verandering te doen ondergaan. Men bedenke daarbij evenwel, dat de prikkel altijd eenige ruimte beslaat, die zich zeer snel uitbreidt. Daarenboven is de snelheid der bloedsbeweging in de haarvaten veel geringer dan men zich gewoonlijk voorstelt. Volgens de metingen van WEBER bedraagt die snelheid, althans voor de in de lagen van de grootste snelheid gelegen gekleurde bloedligchaampjes, dus ook voor deze lagen zelve 0,56 mm. per

sekunde; naar den wand van het vat toe, neemt zij voortdurend af, zoodat WEBER haar in de lagen, waarin zich de ongekleurde ligchaampjes bewegen, zelfs 13 maal geringer vond, dan in de nabij de as gelegene. VALENTIN's metingen stemmen daarmede nagenoeg overeen; hij vond eene snelheid van 0.40—0.56 mm. Onlangs heeft VIERORDT 1) bepalingen van de snelheid der gekleurde bloedligchaampjes bij den mensch gedaan, die met die van WEBER en VALENTIN bij den kikvorsch, vrij wel overeenkomen; hij vond eene gemiddelde snelheid van 0.51—0.52 mm. per sekunde. De snelheid is derhalve zoo gering, dat zij met het bloote oog maar even waargenomen zou kunnen worden. Bedenkt men daarbij, dat het inzonderheid de trager bewogene lagen aan den wand zijn die het eerst worden aangedaan, dan ligt, althans voor ons, geen bezwaar in de voorstelling, dat de digtheid van het bloed door plaatselijk verhoogde exomose zeer zal kunnen toenemen. Daarenboven, en dit schijnt wel de hoofzaak te zijn houdt de inwerking van den prikkel een tijd lang aan: wanneer dus ook aanvankelijk slechts eene geringe verlangszaming der beweging ontstaat, zal de invloed van den prikkel op denzelfden stroom, juist wegens die verlangszaming, zich krachtiger en krachtiger doen gelden.

Wij hebben ons ook langs eenen anderen weg van den invloed van de wateronttrekking op de snelheid der bloedsbeweging overtuigd. Wanneer men bij kikvorschen een stukje klipzout per anum inbrengt en dezen daarna afsluit, of ook wanneer men het zout onder de huid brengt, neemt men na eenigen tijd eene ruime uitscheiding van vocht uit den anus en onder den huid waar. Onderzoekt men dan den bloeds-

1) Die Wahrnehmung des Blutlaufs in der Netzhaut des eigenen Auges. Archiv. für Phys. Heilk. 1856 S. 255.

omloop in het zwemvlies 1), zoo neemt men eene merkbare vertraging van den bloedstroom waar. Dat men, zoolang het dier leeft, tot geen stasis ziet ontstaan, is niet te verwonderen: immers de wateronttrekking is niet lokaal, maar algemeen en slechts tot eene zekere mate met het leven bestaanbaar 2). De stasis, die men onmiddellijk vóór den dood bespeurt, moet derhalve niet alleen aan de vermeerderde cohaesie van het bloed, maar ook aan de verminderde hartswerking worden toegeschreven.

Tot dezelfde resultaten leidt het onderzoek in de longen en het zwemvlies van kikvorschen, die gedurende 24 uur in eene door chloorcalcium droog gehouden atmosfeer hebben doorgebracht. Evenzoo ontstaat er stasis in het zwemvlies wanneer men het aan de lucht laat droogen: toevoeging van water herstelt de beweging.

Wij meenen alzoo, dat als uitgangspunt ter verklaring van de stasis bij prikkeling met keukenzout enz., eene locale indikking van het bloed, ten gevolge van wateronttrekking, en daardoor verhoogde cohaesie moet worden aangenomen. Ook WHARTON JONES meent haar uit dezelfde oorzaak te moeten afleiden, zonder de wijze, waarop dit geschiedt, klaar uit een te zetten. VIRCHOW neemt insgelijks aan, dat locale wateronttrekking tot stasis kan leiden: de wijze waarop hij

1) Dat men daarbij naauwlettend zorg te dragen heeft, dat deze deelen niet met de zoutrijke uitscheidingen per anum of uit de huidwond in aanraking komen, behoeft naauwelijks te worden opgemerkt.

2) Verg. Dr. F. KUNDE, über Wasserentziehung und Bildung vorübergehender Katarakte. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VIII. H. 4. S. 466. Wij hebben ons van de vorming van katarakt, die na toevoeging van water weêr verdwijnt, insgelijks constant overtuigd. Alleen gelukte het ons nooit, wanneer er volkomen katarakt ontstaan was, het dier nog in het leven te behouden.

die laat tot stand komen en de invloed, die hij daarbij aan de gewijzigde cohesie van het bloed toekent, zijn ons niet geheel duidelijk geworden. Wij kunnen daaromtrent voor het oogenblik in geene nadere beschouwingen treden: wellicht vinden wij daartoe later gelegenheid.

Veel moeilijker is het, zich eene voorstelling te vormen omtrent den invloed op de bloedsbeweging van die stoffen, welke een meer of minder werkzaam scheikundig karakter bezitten, zooals verdunde zuren en alkalien.

Wendt men de eerste in hoogst verdunden toestand aan, zoo ontstaat er op de gewone wijze stasis, waarbij insgelijks een stroom ontstaat in de rigting naar de haarvaten. In hoeverre deze aan een osmotischen stroom van het bloed naar het door het zuur chemisch gewijzigde voedingsvocht mag worden toegeschreven, of hoofdzakelijk op de door het zuur physisch veranderde diffusie berust, is a priori niet uit te maken. Intusschen komt het ons niet onwaarschijnlijk voor, dat ook de scheikundige werking tot verhoogde exosmose zal leiden, en aangezien zij haren invloed het eerst daar zal uiten, waar de wand, die de in wisselwerking verkeerende vochten van elkander scheidt, het dunst is, dat is in de haarvaten, een stroom in de rigting naar de laatste zal doen ontstaan. Hetzelfde geldt van de verdunde alkalien.

Ter verklaring van het opmerkelijke verschijnsel, dat bij aanwending van minder verdunde zuren de bloedligchaampjes uit het haarvatenstelsel worden gedreven, terwijl het weefsel van het zwemvlies een bleek, troebel aanzien verkrijgt, moet misschien het verschillend imbibitie-vermogen van dierlijke vliezen voor zuren van verschillenden concentratiegraad, gelijk dat vroeger door Prof. DONDERS 1) voor het hoorn-

1) Archiv für Ophthalmologie Bd. III. Abth. I. S. 166.

vlies en de sclerotica is aangetoond, worden in aanmerking genomen: het ware denkbaar, dat eene zamenkrimping van het weefsel, in de haarvaten aanvangende, tot stand kwam en het bloed mechanisch uit de vaten dreef.

Nog moeilijker is het in te zien, hoe bij mechanische beleedigingen het ontstaan der stasis moet worden verklaard. Ten deele vindt zij, gelijk uit het vroeger medegedeelde blijkt, hare verklaring in de drukingsveranderingen, die daarbij tot stand komen, maar ook slechts ten deele. Beleedigt men b. v. een gedeelte, dat evenmin haarvaten als slagaderen en aderen bevat, zoo komt desniettemin in den omtrek het bloed in stilstand. De physisch-chemische veranderingen in den toestand van weefsel en voedingsvocht, die hier ter verklaring moeten worden aangenomen, liggen voor alsnog geheel buiten het bereik onzer bevatting.

De bewegingsverschijnselen, die *bij opgeheven bloedsomloop* onder den invloed van prikkels ontstaan en ingelijks tot stasis leiden, laten zich tot dezelfde oorzaken terug brengen, die wij voor het ontstaan der stasis bij onbelemmerde bloedsbeweging meenden te mogen aannemen. Ook hier zal ten gevolge van de gewijzigde diffusie tusschen voedingsvocht en bloed, water aan dit laatste kunnen worden onttrokken. Daardoor zal een stroom worden opgewekt in de rigting naar de haarvaten, waar de wisselwerking het snelst intreedt en het levendigst is, terwijl, bij locale prikkeling, de stroom zich meer bepaaldelijk naar die haarvaten rigten zal, die zich in den onmiddellijken omtrek van de plaats, waar de prikkel is aangebragt, bevinden. De bloedligchaampjes worden door den stroom medegevoerd, hoopen zich in de haarvaten op, ten gevolge van de uittreding van het vocht, en brengen op deze wijze ten slotte stasis te weeg. Daarenboven kan zamentrekking van slagaderen de uitbreiding der stasis bevorderen.

Ook hier levert de verklaring van den invloed van schei-

kundig werkende stoffen, dezelfde bezwaren op als bij vrije bloedsbeweging.

Hiermede moeten wij afbreken. Wij hadden gehoopt, in staat te zijn, aan het slot onzer onderzoekingen de attractie-theorie der ontsteking, waarmede de hier behandelde verschijnselen in verband staan, aan eene nadere beschouwing te onderwerpen.

Het komt ons evenwel verstandiger voor, ons daarvan voor'shands te onthouden. Niet telkens, wanneer feiten ter sprake komen, is het nuttig of wenschelijk, theorien waartoe zij betrekking hebben, te revideren. Slechts wanneer nieuwe feiten eene theorie ondermijnen of tot zekerheid verheffen, mag men zich daarvan niet onthouden. Op onze uitkomsten is dit niet van toepassing. De attractie-theorie schijnt ons, per exclusionem, aannemelijk: elke andere schijnt ons verwerpelijk. Zij heeft echter slechts weinige positieve feiten, die haar schijnen te bevestigen; velen zijn, ten onregte, tot hare staving ingeroepen. De geheele voorstelling is daarenboven deels schemerachtig gebleven, deels door minder juist begrepene verschijnselen toegelicht en ontwikkeld.

Een en ander moge mede uit deze bijdrage voor den lezer eenigermate blijken, zonder dat wij ons wagen aan de kritiek eener theorie, die hare ontwikkeling aan het genie van een' man als VIRCHOW te danken heeft.

THESES.

I.

Ten onregte bewcert VIRCHOW (Handb. der Path. u Ther. Bd. I. S. 57): „jede Abweichung in den Dichtigkeitsverhältnissen des (Blut-) Plasma's, indem sie die Gestalt der Körperchen ändert, muss eine Verminderung der inneren Cohesion (des Blutes) hervorbringen, die sich in einer Unregelmässigkeit der Strömung, zuletzt in einer Zerstreung des centralen rothen Stromes äussern kann.“

II.

De verlangzaming of stilstand van het bloed in de haarvaten, die onder den invloed van sommige prikkels tot stand komt, wordt door VIRCHOW verkeerdelijk aan eene verhoogde aantrekking van den wand dier vaten toegeschreven.

III.

De onderzoekingen van BERNARD, ten opzigte van het verschil in warmte van het linker en regter hart, bewijzen niets tegen de warmte-productie in de longen.

IV.

De werking der paracentesis corneae, bij ziekelijke aandoeningen van het hoornvlies, moet niet alleen aan wijziging van de intra-oculaire drukking worden toegeschreven.

V.

Het ontstaan der vrije exsudaten is volgens de ontstekings-theorie van VIRCHOW niet te verklaren.

VI.

De beweging der spermatozoiden in het sperma kan niet tot diffusie worden terug gebracht.

VII.

Eene onderscheiding tusschen ontsteking der hersenzelfstandigheid en die der hersenvliezen, is bij het leven niet mogelijk.

VIII.

Het bestaan van een' tonus der spieren, onder den invloed van het zenuwstelsel, is door de onderzoekingen van HEIDENHAIN niet weêrlegd.

IX.

Ten onregte wordt de therapeutische waarde der tracheotomie bij croup, door sommigen gelijk gesteld met die van de herniotomie bij beklemden breuken.

X.

Het amylen schijnt als anaestheticum, bij operaties van korten duur, de voorkeur boven het chloroforme te verdienen.

—

XI.

HEBRA stelt bij de behandeling der huidziekten de algemeene behandeling te zeer op den achtergrond.

XII.

WINTRICH'S verklaring van den tympanitischen percussietoon (Handb. der Path. u. Ther. v. VIRCHOW Bd. V. S. 10 u. f.) verdient boven die van SKODA de voorkeur.

XIII.

Afwijkingen in de normale samenstelling van het bloed, kunnen op zich zelve nooit de oorzaak van abnormale geruischen in het vaatstelsel zijn.

XIV.

Eene zekere diagnose van hartsgebreken is alleen met behulp van auscultatie en percussie mogelijk.

XV.

Niet het genezen van zieken, maar het voorkomen van ziekten behoort het hoogste doel van den arts te zijn.

XVI.

De gymnastiek behoorde eene ruimere plaats in de volksopvoeding en de geneeskundige therapie in Nederland te bekleeden, dan thans het geval is.

XVII.

In eene regeling der voeding naar gezonde beginselen ligt de toekomst der menschheid opgesloten.

DONDERS.
