

sparen, wir würden da nur mit unbeweisbaren Hypothesen operiren.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IV und V.

- Fig. 1. Rückenmarksquerschnitt. Traberschaf V. Wolters-Färbung.
 Fig. 2. Theil eines Vorderhorns (Lendenanschwellung). Traberschaf V. Färbung mittelst Thionin.
 Fig. 3. N. ischiadicus. Querschnitt. Traberschaf I. Carminfärbung.
 Fig. 4. Muskelquerschnitt. Traberschaf I. Färbung Vesuvin. Bei M Miescher'sche Schläuche.
 Fig. 5. Theil eines Querschnitts der Lendenanschwellung. Traberschaf I. Behandlung nach Marchi.

VIII.

Ueber meine Methode der physiologischen Injection der Blut- und Lymphgefäße.

Von Prof. N. A. Trzaska-Chrzonszczewsky in Kiew.

(Hierzu Taf. VI.)

Es sind schon 34 Jahre her, als ich meine Methode der physiologischen Injection erfand und cultivirte, zu der später viele russische und ausländische Gelehrte in ihren anatomischen und physiologischen Untersuchungen griffen und welche beständig von meinen Schülern in den Laboratorien zu Charkow und Kiew bei ihren wissenschaftlichen Arbeiten benutzt wurde.

Zum ersten Male veröffentlichte ich meine neue Methode in meiner Arbeit: „Zur Anatomie der Niere“ (Dieses Archiv. Bd. 31); hier theilte ich die Grundzüge der Methode und ihre Anwendung auf die physiologische Injection der Harnkanälchen mittelst einer neutralen ammoniakalischen Lösung von Cochenille-Carmin mit. Bald darauf wurde ebendasselbst meine Arbeit „Zur Anatomie der Leber“ veröffentlicht, in der ich die Resultate meiner physiologischen Injection der Gallengänge mit Indigo-Carmin bei Einspritzung desselben in das Blut schilderte. Ebendasselbst er-

Fig. 1.

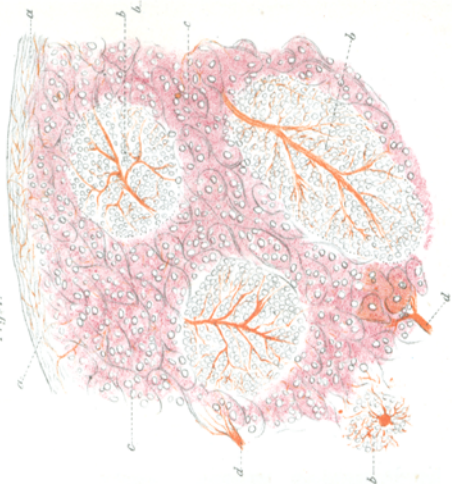


Fig. 3.

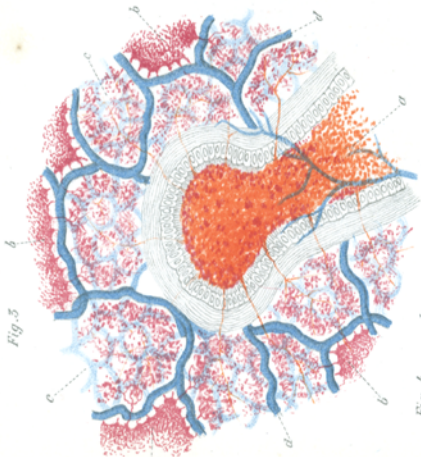


Fig. 4.



Fig. 2.

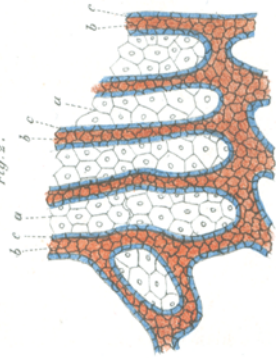
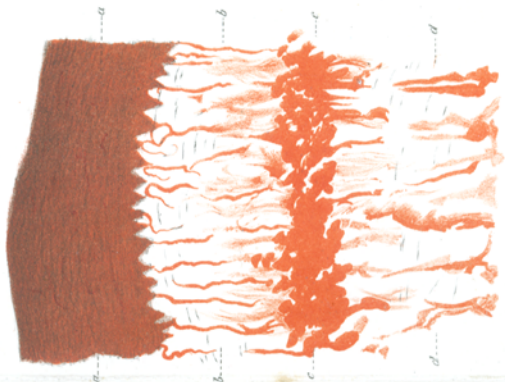


Fig. 5.



schiene „Arbeiten aus dem Histologischen Institute zu Charkow vom akademischen (russisch gerechneten) Jahre 1866—1867“. Ich sage „russisch gerechneten“, da nach russischer Rechnung die Lehrzeit in der Universität kaum 4 Monate im Jahre, statt voller 9 Monate im Auslande, ausmacht. Hier hatte ich die zahlreichen Arbeiten meiner Schule in Charkow, von denen drei die physiologische Injection betreffen, in Kürze zusammengefasst.

„Ueber den Anfang der Lymphgefäße in den serösen Häuten“ von Dr. N. Afanasiew aus Charkow (Dieses Archiv. Bd. 44).

Der Docent an dem Katheder der Allgemeinen Pathologie an der Kiewer Universität, Nicolai Afanasiew, gewesener Laborant an dem Katheder der medicinischen Chemie an der Universität zu Charkow, arbeitete in meinem Charkower Laboratorium der Histologie und Allgemeinen Pathologie an seiner Doctor-Dissertation „Ueber den Anfang der Lymphgefäße in den serösen Häuten, speciell der Pleura“. Meinem Rathe zufolge injicirte er eine neutrale Carmin-Cochenille-Lösung in das Cavum pleurae, um sie der Einsaugung zu überlassen und auf diesem Wege den Anfang und den weiteren Verlauf der Lymphgefäße der Pleura zu zeigen, was ihm auch vollkommen gelang. Nach 5—10 Minuten war der Harn schon roth gefärbt. Darnach wurde das Thier getödtet, der ganze Brustkasten sammt der Pleura herausgeschnitten und rasch in 80procentigen Alkohol übertragen. Auf Durchschnitten der Pleura erwies es sich, dass der Carmin, ohne das Epithel der Pleura und ihr Gewebe zu imbibiren, in die Zwischenräume der Epithelialzellen eindrang und seinen weiteren Lauf in Form von feinen Kanälchen nahm, die in der Tiefe der Pleura sich netzförmig verzweigten, um alsdann in grössere Gefäße überzugehen.

Dr. J. Sacks, Laborant im physiologischen Laboratorium des Professor J. P. Szczelkow, wandte meine Methode bei dem Studium des Lymphsystems des Gehirns an; zu diesem Zwecke injicirte er, nach Trepanation der Schädelknochen, eine neutrale ammoniakalische Lösung von Cochenille-Carmin in den supracerebralen Raum und gab auf diese Weise dem Carmin die Möglichkeit, eingesogen zu werden und auf seinem Wege den Verlauf der einsaugenden Gefäße zu zeigen. Nach 1—2 Stunden tödtete er das Thier und nahm die gewöhnliche blaue In-

jection der Blutgefäße des Gehirns vor. Es erwies sich, dass diese Gefäße wirklich von Lymphscheiden umgeben sind, die sich mit Carmin angefüllt erwiesen; dadurch wurden die Untersuchungen von His bestätigt.

Die Untersuchungen von Dr. Dombrowsky, auf Grund meiner Methode, berühren eine der schwierigsten Fragen der Histologie und Physiologie, nemlich die Frage nach dem Zusammenhange zwischen Blut- und Lymphcapillaren, folglich nach der Art und Weise der Ernährung unseres ganzen Körpers. Genauer werde ich auf diese Arbeit später, wenn die Rede von den Lymphgefäßen des Zwerchfells sein wird, eingehen. In meinem Kiewer Laboratorium der Allgemeinen Pathologie wies ich dem Arzte J. A. Sikorsky, der zu seiner Doctor-Dissertation die Frage nach den Lymphgefäßen der Lungen gewählt und schon zwei Jahre erfolglos im physiologischen Laboratorium des Kiewer Professors der Physiologie W. B. Tomsa gearbeitet hatte, den Weg, auf welchem seine Arbeit binnen wenigen Monaten die besten Resultate erzielte, die er auch im Centralblatte für die Med. Wissensch. 1869 No. 52 veröffentlichte: „Ueber die Lymphgefäße der Lungen“. Weiter ging er aber in seinen Untersuchungen nicht, da er für seine Laufbahn es für nachtheilig hielt, in meinem Laboratorium zu arbeiten. Auch auf diese Arbeit gehe ich später genauer ein, wenn die Rede von den Lymphgefäßen der Lunge sein wird.

Jedem Collegen, der speciell im Gebiete der Histologie und Physiologie arbeitet, ist es wohl bekannt, wie wichtig die Injection der Blut- und Lymphgefäße sowohl, als auch die der Absonderungskanalchen verschiedener Drüsen zur Erörterung zahlreicher Fragen dieser Wissenschaften ist. Bis zu meiner Methode waren nur künstliche Injectionen verschiedener Art im Gange. Vor 35 Jahren benutzte auch ich die letzteren bei meinen Arbeiten, und meine Injectionspräparate, von denen ich frei sagen kann, dass sie die mögliche Vollkommenheit erreicht hatten, sind vielen sowohl russischen wie auch deutschen Collegen gut bekannt. Trotz alledem kam ich zu der Ueberzeugung, dass selbst in den geschicktesten Händen diese Art von Injection unvollkommen ist: man braucht nur an die Irrthümer des berühmten Henle in seinen Untersuchungen über die Harn-

kanälchen und Gallengänge, an die Irrthümer der Wiener Schule Ludwig's und Brücke's in den zahlreichen Arbeiten über die Lymphgefäße verschiedener Organe und an die Irrthümer aller Gelehrten, Wilhelm Müller ausgeschlossen, in den Untersuchungen über den Kreislauf des Blutes in der Milz zu denken. Wie gewandt man bei der Handhabung der künstlichen Injection auch sei, immer sind falsche Gänge für die Injectionsmasse, folglich auch Irrthümer in den Resultaten der Untersuchung, möglich.

Meine Methode der physiologischen Injection ist unfehlbar: der Arbeitende injicirt indifferente färbende Stoffe in's Blut und überlässt es der Physiologie, die Injection der Blutgefäße und der absondernden Kanälchen verschiedener Drüsen, insofern die Stoffe durch Drüsen aus dem Blute abgesondert werden, zu vollziehen. Oder der Arbeitende führt die färbenden Stoffe in lymphatische Höhlen ein und überlässt es abermals der Physiologie, sie durch Lymphgefäße aufsaugen zu lassen. Nachdem diese Stoffe den ganzen Verlauf der Lymphgefäße bezeichnet haben, werden sie durch verschiedene Secretionsdrüsen aus dem Körper entfernt, und, bleibt das Thier am Leben, so wird es allmählich von den eingeführten Farben befreit und kehrt aus einem Rosa — nach Injection von Cochenille-Carmin — oder aus einem Blau — nach Einführung von Indigo-Carmin in's Blut — zu seiner natürlichen Farbe zurück. In den Jahren 1863—64 habe ich in Berlin vielen rosafarbigten und blauen Hunden, Kaninchen und Ferkeln die Freiheit geschenkt; sie blieben gesund und ungefährdet und kehrten bald zu der ihrer Rasse gebührenden Farbe zurück.

Neben der Physiologie nahm ich noch die Pathologie zu Hülfe: ich unterband bei Vögeln die Ureteren und verhinderte auf diese Weise die Ausscheidung der Harnsalze, die, nothgezwungen in allen Lymphgefäßen des Körpers zurückgehalten, auf den Anfang und Verlauf derselben hinwiesen (Dieses Archiv. Bd. 31). Die Einzelheiten meiner Methode der physiologischen Injection sind sowohl in meinen eigenen, als auch in den zahlreichen Arbeiten der Schüler meiner beiden Schulen zu Charkow und zu Kiew genau beschrieben worden.

I. Ueber die Blutgefäße der Milz.

Das Studium des Verhaltens der Blutgefäße in der Milz gehört, wie bekannt, zu den schwierigsten Aufgaben der Histologie. Die gewöhnliche künstliche Injection der Blutgefäße dieses Organs, wenn sie selbst mit grosser Mühe gelingt, ergibt doch keine richtigen Resultate, da der Injectionsmasse immer die Möglichkeit gegeben ist, sich auf künstlichen Wegen zu verbreiten, was von der Kraft des Druckes, mit der sie in die Blutgefäße dieses Organs eingeführt wird, abhängt. Da ich es für unnöthig halte, die allen Histologen bekannte umfangreiche Literatur dieser Frage hier anzuführen, so will ich nur der klassischen Arbeit Wilhelm Müller's gedenken, der zu dem Resultate gelangte, dass die Verästelungen der A. lienalis ein Capillarnetz erst in den Malpighi'schen Milzkörperchen bilden, welches Netz sich bis zu deren Peripherie verbreitet, aber nicht in die Pulpa lienalis übergeht; das Blut ergiesst sich in die Netz-Zwischenräume der Pulpa, welche den Bau der gewöhnlichen Lymphdrüsen hat, in welcher aber diese Zwischenräume nicht mit Lymphe, sondern mit Blut angefüllt sind. Folglich stellt die Milz eine Lymphdrüse dar, in welcher circulirende Lymphe durch circulirendes Blut ersetzt wird. Diese bemerkenswerthe Arbeit hatte eine grosse Zahl von Untersuchungen zur Folge, von denen einige die Lehre Wilhelm Müller's bestätigten, jedoch die Mehrzahl sie mit den Gründen bestritt, dass das arterielle Capillarnetz aus den Malpighi'schen Milzkörperchen auch in die Pulpa übergehe und dass Wilhelm Müller nur künstliche Gänge erhalten habe, die ihn zu falschen Schlüssen geführt hätten. Wie gewandt und kunstfertig man mit der Injection der Milzblutgefäße mittelst der künstlichen, wenngleich sehr vervollkommeneten Methode vorgeht, immer wird man in der ungünstigen Lage sein, durch andere Forscher der Annahme falscher Injectionsbilder beschuldigt zu werden.

Nur meine Methode der physiologischen Injection ist tadellos, da das in das Blut eingeführte färbende Mittel mit dem Blute in physiologischer Reihenfolge der Circulation durch die Blutgefäße aller Organe getragen wird und daher von künstlichen Wegen hier nicht die Rede sein kann.

Um eine physiologische Injection der Milz-Blutgefäße zu erzielen, spritzt man in die V. jugularis ext. eine neutrale ammoniakalische Cochenille-Carmin-Lösung 10—100 ccm, je nach der Grösse des Thieres, und nach 5 Minuten, also bevor der Carmin durch den Harn sich auszusondern anfängt, wird die Bauchhöhle eröffnet, die Vena und nachher die Art. lienalis unterbunden, die Milz herausgeschnitten und in 80procentigen Alkohol gelegt; nach der Erhärtung werden die mikroskopischen Präparate auf gewöhnliche Weise angefertigt und in Canadischen Balsam oder Damarlack eingeschlossen. Diese Präparate beweisen die Richtigkeit der Resultate von Wilhelm Müller: das mit Carmin gefärbte Blut lässt die Arterien in den Malpighi'schen Milzkörperchen und das die letzteren bis zur Grenze der Pulpa durchdringende Capillarnetz grell hervortreten; in der Pulpa aber findet man keine Capillaren. Das Blut tritt aus den letzteren in die Netz-Zwischenräume, welche es gleichmässig ausfüllt, und von hier in die Anfänge der Venen. Alle die Zwischenräume dieses Netzes ausfüllenden Lymphzellen sowohl, wie die Balken des Netzes, färbt der Carmin nicht; es ist überhaupt entschieden keine Carmin-Imbibition zu finden, wenn man richtig und schnell zu Werke geht.

Folglich erscheint die Milz wirklich als eine Lymphdrüse, in welcher die Lymphe durch Blut ersetzt wird. Hieraus erklärt sich die Langsamkeit des Blutstromes in der Milz, die Möglichkeit des Aufhaltens und der Anhäufung verschiedener Infectiousstoffe und die Fähigkeit der Milz zu stärkerer Anschwellung, als die anderen Organe sie besitzen.

II. Die Lymphgefäße der Leber.

Die Injection der feinsten Lymphgefäße sowohl der Leber wie auch aller anderen Organe gehört nicht nur zu den schwierigsten, sondern auch zu den zweifelhaftesten Arbeiten. Ich erwähne hier nicht die Injectionen mittelst des Einstiches, wobei sich die Injectionsmasse auf dem Wege des russischen Sprüchwortes „auf gut Glück, irgend wie und schadet nichts“ verbreitet; mit diesem Dreigespanne kommt man nicht weit! Es könnte scheinen, als ob die unmittelbare Injection in irgend ein zugängliches Lymphgefäß genauere Resultate ergeben müsste; aber

auch bei dieser Art von Injection, selbst bei Gebrauch der besten Injectionsapparate, hat man keine Garantie, dass die Injectionsmasse die gesetzlichen Wege einschlagen und nicht künstliche Gänge bilden wird, wie genau auch der Druck, unter welchem die Injection vorgenommen wird, berechnet wäre.

Ohne genauer auf die umfangreiche und wohl allen Collegen gut bekannte Literatur dieser Frage einzugehen, halte ich es doch für nöthig, wenigstens zweier Arbeiten vom Jahre 1864 zu gedenken: Mac Gillawry, Zur Anatomie der Leber (Sitzungsberichte der kais. Akad. der Wissensch.), und Kisselew, Ueber die Lymphgefäße der Leber (Vorläufige Mittheilung von Joh. Kisselew, Stud. med. aus Charkow, Centralblatt für die med. Wissensch. 1869. No. 10 und Militär-Aerztliches Journal 1869, August). Dem ersteren ist es auf dem Wege der gewöhnlichen Injection gelungen, die Lymphcapillaren in den Leberacini anzufüllen, wobei es sich erwies, dass diese feinsten Lymphgefäße die Blutcapillaren in Form einer Scheide umhüllen. Solch' ein Resultat erweckte sofort Zutrauen, da diese Lymphcapillaren bestimmte anatomische Wege, aber nicht unbegrenzte und unbestimmte Gänge der Injectionsmasse in den Gewebs-Zwischenräumen darstellen, wie es von der Wiener Schule in verschiedenen Organen beschrieben und dargestellt war.

Meinem begabten Schüler, dem Studenten Ivan Kisselew, rieth ich bei dieser Frage zwei Methoden anzuwenden: 1) die Injection einer Lapis-Lösung durch Einführung der letzteren unmittelbar in ein zugängliches, an der Oberfläche gelegenes Lymphgefäß der Leber, und 2) meine Methode der physiologischen Injection durch Einführung einer Indigo-Carmin-Lösung in das Blut verschiedener Thiere.

Die Lapis-Injection bestätigte die Resultate von Mac Gillawry, denn der Lapis zeichnete das Endothel der die Blutcapillaren umhüllenden Lymphscheiden. Zu der Zeit hatte die Recklinghausen'sche Versilberungsmethode viele Gegner. Angesichts der Einwendungen, die gegen diese Methode gemacht worden waren, hielt ich es für unumgänglich nöthig, auf diese Frage meine Methode der physiologischen Injection als unwiderlegbare und unerschütterliche Controle anzuwenden. Jede künstliche Methode kann natürlich immer zu künstlichen

und folglich falschen Resultaten führen. Nur die Physiologie allein macht keine Fehler, und wenn ich in's Blut eines lebenden Thieres irgend ein indifferentes färbendes Mittel einführe, welches nachher auf dem einen oder anderen Secretionswege aus dem Blute ausgesondert wird, so stelle ich es vollkommen der Physiologie anheim, sowohl die Wege der Blutcirculation, als auch den Weg des physiologischen Ueberganges dieses färbenden Mittels in den Lymphstrom, und endlich auch die Wege seiner Ausscheidung durch das eine oder andere Secretionsorgan zu bezeichnen.

Als ich an der Frage über die Gallencapillaren arbeitete (Zur Anatomie und Physiologie der Leber von Dr. N. Chrzonszczewsky aus Kasan, Docent der pathologischen Physiologie an der Universität zu Charkow. Dieses Archiv. Bd. 35), bemerkte ich Folgendes: 1) Tödtet man das Thier 5—10 Minuten nach Einführung der Indigo-Carmin-Lösung in das Blut, so sind die Gallencapillaren durch blaue Injection noch nicht bezeichnet, sondern die blaue Färbung durch Indigo-Carmin ist nur in der unmittelbaren Umgebung der Blutcapillaren und an den Kernen der Leberzellen sichtbar; 2) lässt man das Thier 8—10 Stunden nach der physiologischen Injection von Indigo-Carmin leben, so bleiben die Gallencapillaren, die den in ihnen enthaltenen Indigo-Carmin schon ausgeschieden haben, wie auch die Kerne der Leberzellen ungefärbt; die blaue Färbung haftet nur in der unmittelbaren Umgebung der Blutcapillaren. Daraus zog ich den nothwendigen Schluss, dass Indigo-Carmin in die Leberzellen und Gallengänge nicht unmittelbar aus dem Blute, sondern mittelst des Lymphstromes eindringt, und dass man folglich mit Hülfe dieser physiologischen Methode auch die Wege der Lymphe feststellen kann. Auf Grund dieser Combinationen rieth ich dem Studenten J. M. Kisselew, meine Methode der physiologischen Injection einer Indigo-Carmin-Lösung in das Blut verschiedener lebender Thiere dazu anzuwenden, die Wege der Lymphe in der Leber zu bestimmen. Er führte dies auch mit vollem Erfolge aus, so dass die Charkower Medicinische Facultät, trotz der Gegenwirkung von Seiten des Professors Dr. Lambl, durch Stimmenmehrzahl, alle gegen einen, den genannten Studenten für seine wissenschaftliche Arbeit mit einer goldenen Medaille zu belohnen beschloss.

In meinem Laboratorium zu Kiew setzte ich diese Untersuchungen, die durch den frühzeitigen Tod des Studenten des 5. Cursus der Medicinisch-Chirurgischen Akademie J. M. Kisselew an der Schwindsucht unterbrochen waren, fort, und überzeugte mich nicht nur von der Richtigkeit der Resultate seiner Arbeit, sondern fand es auch möglich, eine doppelte physiologische Injection der Blut- und Lymphgefäße der Leber an einem und demselben lebenden Thiere vorzunehmen. Zuerst wird in das Blut Indigo-Carmin eingeführt; dann, nach 10 Minuten, vom Anfang der Operation an gerechnet, also bevor das Mittel anfängt, durch Leber und Nieren ausgeschieden zu werden, wird Cochenille-Carmin in das Blut eingeführt. 5 Minuten nach dieser zweiten Injection wird die Bauchhöhle rasch eröffnet, ein Finger in das Foramen Winslowii eingeführt und alle der Leber angehörenden Gefäße mittelst einer allgemeinen Ligatur unterbunden. An den auf gewisse Weise angefertigten Präparaten treten deutlich die durch Cochenille-Carmin gefärbten Blutgefäße und die in Form von Scheiden (sowohl an Längen-, wie auch an Querschnitten) sie umhüllenden, von Lymphe angefüllten und durch Indigo-Carmin blaugefärbten Lymphgefäße hervor. Hier hat die Physiologie allein, nicht die Kunst, gearbeitet; von irgend welchen Einwendungen kann keine Rede sein. Auf diese Weise bestätigt sich natürlich auch Kisselew's physiologische Schlussfolgerung, dass alles, was aus dem Blute in die Leberzellen übergeht und was durch die letzteren ausgeschieden wird, nothwendig durch den Lymphstrom gehen muss.

III. Ueber die Lymphgefäße der Lungen.

Allen meinen Collegen sowohl, wie auch mir selbst ist es schon lange bekannt, dass die verschiedenartigsten feinsten Körper, die in Form von Staub beim Einathmen in die Lungen eingeführt werden, sich nicht nur an der Schleimhaut der Respirationsorgane ansetzen, um nachher mit dem Schleime, dem sie ihre eigene Farbe mittheilen, ausgeworfen zu werden, wie z. B. der Russ der Lampen und Lichte, sondern auch tief in das Parenchym der Lungen, die Lungenalveoli nicht ausgeschlossen, eindringen, wie z. B. Kohlentheilchen bei Köhlern, und noch viel mehr die verschiedenen Erztheilchen, besonders

Eisen bei Leuten, welche das Schicksal in sehr entfernte Gegenden unseres Landes, in die Zwangsbergwerke, versetzt hat. Alle diese feinsten mikroskopischen Kohlen-, Eisentheilchen u. s. w. dringen bis in die an der Radix pulmonum gelegenen Lymphdrüsen, so dass die letzteren sowohl von aussen, als auch auf den Schnittflächen in ihrer ganzen Ausdehnung getüpfelt, schwarz wenn Kohlenstaub, braunroth wenn Eisenstaub eingebracht war, erscheinen. Folglich mussten diese Kohlen-, Eisentheilchen u. s. w. nothwendig den ganzen Weg des Lungenlymphsystems, von der Oberfläche der Lungenalveoli angefangen, passiren, um in die grossen, an der Radix pulmonum gelegenen Lymphdrüsen einzudringen. Ohne auf die umfangreiche Literatur dieser Frage einzugehen, muss ich doch sagen, dass alle Bemühungen, den Anfang und den weiteren Verlauf der Lymphgefässe, von der Oberfläche der Lungenalveoli natürlich angefangen, mittelst der vervollkommeneten künstlichen Injectionsmethoden festzustellen, sich als gänzlich unstichhaltig erwiesen, die Arbeit von Wiwodzew (Wiener Med. Jahrbücher. Bd. II. 1865) eingeschlossen, welcher der Lehre der Wiener Schule über den Anfang der Lymphgefässe gemäss eine sehr wunderliche Lymphcanalisation in den Lungenalveoli beschrieb: sie hatte nach ihm keine eigenen Wände und wurde nicht nur in Form anastomosirender Lymphseen, sondern ganzer Lymphmeere, bald oberhalb, bald unterhalb der Blutcapillaren gelegen, die nur mit dem Epithel der Lungenalveoli bedeckt waren, dargestellt. Wenn das alles wahr wäre, wie würden diese von der Wiener Schule vorausgesetzten Lymphbehälter bei jeder anomalen Erhöhung des Lymphdruckes nicht bersten! Solche Erhöhungen des Druckes kommen ja, wie es wohl allen Collegen bekannt ist, oft genug vor.

Ich rieth dem Arzte Ivan Sikorsky (heute ordinärem Professor der Psychiatrie und Nervenkrankheiten und Director der entsprechenden Kliniken an der Universität zu Kiew) an, zu seiner Doctor - Dissertation die Untersuchung der Lymphgefässe der Lungen nach meiner Methode der physiologischen Injection vorzunehmen, da alle übrigen, selbst die weltberühmte Methode der Wiener Schule, keine richtigen Resultate liefern könnten. Davon überzeugte sich auch I. Sikorsky selbst, nachdem er $1\frac{1}{2}$ Jahre

bei dem ordinären Professor W. B. Tomsa ohne jegliches Resultat gearbeitet hatte. Mein Vorschlag für I. Sikorsky bestand darin, durch einen Schnitt in der Trachea eines lebenden Thieres alle 5—10 Minuten 5—10 Tropfen, je nach der Art und dem Alter des Thieres, einer neutralen ammoniakalischen Carmin-Lösung einzutropfeln; wobei ich annahm, dass die Carmin-Lösung in einem so unbedeutenden Quantum und in so kurzer, für das Experiment erforderlicher Zeit keine Veränderungen in den Lungen hervorrufen und beim Einathmen immer tiefer und tiefer bis zu den Lungenalveoli eindringen, auf diesem Wege aufgesaugt werden und mit greller Carminfarbe die Wege der Aufsaugung bezeichnen werde. Die Aufsaugung und der weitere Uebergang des Carmins in das Blut sollte durch die carminrothe Färbung des Harns constatirt werden, was auch wirklich erfolgte.

Die Resultate seiner Untersuchungen veröffentlichte Sikorsky in einer vorläufigen Mittheilung im *Medicin. Centralbl.*, 1869, No. 52.

Am 27. Januar 1890 theilte ich in der Sitzung der Kiewer Aerzte in meiner Mittheilung „Zur allgemeinen Pathologie des Lungengewebes“ mit Demonstration der entsprechenden Präparate Folgendes mit: „In der Mikroskopischen Anatomie von M. D. Lawdowsky und Ph. W. Owsjanikow (II. Theil. 1888. S. 685) ist Folgendes gesagt: das Eindringen von Staub, Pigment u. s. w. aus den Lungenalveoli in diese (Lymph-)Gefässe zeigt, dass diese letzteren ihren Anfang in den Wänden der Lungenalveoli haben müssen. Hoffmann hat wirklich Lymphgefässe in den Wänden der Lungenalveoli des Frosches nachgewiesen. Was den Menschen und die höheren Thiere anbelangt, so sind die Forscher in dieser Hinsicht unter einander nicht einig. Greunacher setzt in den Wänden der Alveoli wirkliche Lymphgefässe voraus. Wiwodzew, Sikorsky, Klein und Wittich nehmen bloss Kanälchen, die mit den interlobulären Gefässen in Verbindung stehen, an; so dass diese Frage noch nicht völlig gelöst ist.“ Mir scheint es aber, dass diese Frage durch den in meinem Laboratorium und unter meiner Anleitung arbeitenden Arzt Sikorsky hinlänglich erörtert war. Er arbeitete nach meiner physiologischen Injectionsmethode. Er führte durch

die Trachea eine neutrale carminsäure Ammoniak-Lösung in die Lungen lebender Thiere ein, um die Wege, auf welchen diese Lösung in den Lymphstrom, alsdann in das Blut und in den Harn übergeht, festzustellen. Dabei verhält sich der Carmin zum lebenden Lungenparenchym ganz anders, als zu todtten Geweben: er färbt weder die intercelluläre Substanz, noch die Zellen selbst in den verschiedenen Geweben; er lässt sogar das Epithel der Bronchen, mit dem er in unmittelbare Berührung kommt, ungefärbt.

Er wird von besonderen, alle Eigenschaften der Lymphgefässe besitzenden Kanälchen aufgenommen. In diese letzteren geht der Carmin aus den Bronchen mittelst eigener, cylindrischer, der Form und Lage nach an die Becherzellen erinnernder Gebilde, aus den Lungenalveoli, durch feinste Kanälchen, deren Stomata zwischen den Epithelialzellen liegen, über. Diese auf physiologischem Wege mit Carmin gefüllten Kanälchen bilden in den Wänden der Lungenalveoli ein Netz, das sich mit den, auf gewöhnlichem Wege mit blauer Injection angefüllten Blutgefässen verflocht¹⁾.

Leider benutzte I. Sikorsky in seiner Doctor-Dissertation über dieselbe Frage²⁾ die physiologische Methode nicht, sondern hielt sich vielmehr an verschiedene andere künstliche Methoden, z. B. an die Methode der gewöhnlichen künstlichen Injection, an die des Versilberns u. s. w. Ausserdem tadelt er ganz und gar unberechtigt die physiologische Methode. Die Unbequemlichkeiten dieser Methode bestehen, seiner Meinung nach, darin, dass die Lungen, in welche Carmin oder überhaupt eine Flüssigkeit gelangt, in anomale Verhältnisse und in einen Zustand, der das erste Stadium der Lungenentzündung darstellt, versetzt werden. In den Lungenalveoli bilde sich ein mehr oder minder grosses Quantum von Exsudat, das die Untersuchung erschwert. Auf der anderen Seite führe die Verzögerung beim Tödtten des Thieres und beim Gefrierenlassen der Gewebe zur Imbibition des färbenden Mittels, welche sich in einer Färbung äussere, wie wir sie an todtten Geweben beobachten.

¹⁾ In diesem Sinne ist die oben erwähnte vorläufige Mittheilung von I. Sikorsky gemacht worden.

²⁾ I. Sikorsky, Ueber die Lymphgefässe der Lungen. 1872.

Für mich ist es ganz unbegreiflich, warum sich I. Sikorsky von der besten Methode, der physiologischen Carmin-Injection, ganz losgesagt hat und in seiner Dissertation nicht nur keine einzige Zeichnung von Präparaten, die er auf diesem Wege erlangte, geliefert hat, sondern sogar sich selbst widerspricht. In dem deutschen Texte sagt er, wie oben angegeben, dass Carmin die lebenden Gewebe nicht imbibirt und sich zu den letzteren ganz anders als zu den todtten verhält, und er erwähnt mit keinem Worte der eintretenden Entzündung des Lungenparenchyms nach einem 15 Minuten dauernden Experimente; im russischen Texte dagegen klagt er schon über Imbibition und entzündliche Erscheinungen, aber unter welchen Umständen? „Bei Verzögerung des Tödtens des Thieres und des Gefrierenlassens der Gewebe“. Dieses alles ist ja leicht zu vermeiden: man zögere nur nicht! Bei solchem Schwanken des Verfassers ist es nicht zu verwundern, dass M. D. Lawdowsky und Ph. W. Owsjanikow in ihrer Mikroskopischen Anatomie gar nicht die Anwendung meiner physiologischen Methode von Carmin-Injection bei der Lösung einer der schwierigsten Fragen im Gebiete sowohl der Histologie, als der Physiologie, erwähnen und zu dem Schlusse gelangen, „dass diese Frage noch nicht vollkommen gelöst“ sei.

Ich sagte oben, dass ich den Widerspruch nicht verstehe. Ich bitte meine geehrten Leser um Entschuldigung, wenn mir solch' eine Veränderung nicht nur der Ansichten, sondern auch der wissenschaftlichen Begriffe des Arztes I. Sikorsky unbegreiflich bleibt. Die Sache besteht einfach darin, das er wohl merkte, wie unangenehm ein Widerspruch, der Wiener Schule gegenüber, in dieser Frage Prof. W. B. Tomsa, der selbst zu dieser Schule gehörte, berühren musste, und da Prof. Tomsa einen grossen Einfluss auf die medicinische Facultät der Kiewer Universität hatte, so veränderte Sikorsky bei der endlichen Redaction seiner Doctor-Dissertation plötzlich auch seine wissenschaftliche Auffassung. Ich fing nunmehr an, mich noch ausführlicher mit dieser Frage zu beschäftigen, und gelangte zu den oben erwähnten Resultaten: schon eine $\frac{1}{4}$ Stunde nach begonnener Eintröpfelung von neutraler ammoniakalischer Cochenille-Carmin-Lösung in den Schnitt der Trachea erschien der Harn durch

Carmin roth gefärbt; das Thier wurde rasch mittelst Chloroform getödtet und die Injection der Blutgefäße der Lungen mit Berliner-Blau in die A. pulmonalis vorgenommen; danach wurde die Lunge nach vorhergegangener Unterbindung der Trachea rasch herausgeschnitten und es wurden Präparate sowohl aus gefrorener, wie auch aus in Alkohol erhärteter Lunge auf gewöhnliche Weise *lege artis* verfertigt. Diese Präparate stimmen vollkommen mit allem überein, was I. Sikorsky in seiner vorläufigen Mittheilung in deutscher Sprache veröffentlicht hatte, aber durchaus nicht mit den Angaben seiner Doctor-Dissertation.

IV. Die Lymphgefäße des Zwerchfells.

Alle Collegen kennen die vortreffliche Arbeit des Prof. v. Recklinghausen über die von ihm erfundene Methode des Versilberns überhaupt und speciell der Versilberung des Zwerchfells, namentlich in dem centralen Theile desselben, wobei eine Lapis-Lösung das Endothel der Lymphgefäße markirt und somit auf den Verlauf derselben bis zu den feinsten Verästelungen hinweist. In der Literatur erschien, wie bekannt, eine Menge von Einwüfen gegen diese Methode. Prof. Reichert bewies mir im Beisein von N. Pirogow in seinem Berliner Laboratorium, dass die Methode falsch sei und nur zu Irrthümern führe, und äusserte sich uns beiden gegenüber dahin, dass es genüge, auf ein Glas zu spucken und es mit einer Lapislösung zu übergiessen; dann erhalte man die Zeichnung eines Endothels und zwar eines verschiedenartigen flachen Endothels. Ich bat Prof. Reichert, dies auszuführen. Reichert spuckte mit Erfolg auf ein Glas, begoss die bespuckte Stelle mit einer Lapis-Lösung und, nachdem das Licht einige Minuten auf das Präparat eingewirkt hatte, fing er an, dasselbe unter dem Mikroskope zu besehen; er versicherte Pirogow und mir, dass hier verschiedenartiges Epithel sichtbar sei. Nicht nur ich, obwohl specieller Histolog, sondern auch Pirogow sahen jedoch kein Epithel, sondern nur eine Menge schwarzer Linien, welche Figuren von eigenartiger Form und verschiedener Grösse begrenzten, über welche wir beide uns Reichert gegenüber dahin äusserten, dass alle diese Figuren künstliche Produkte seien und in keiner Beziehung zur Histologie ständen. Wenn also schon die Methode

des Versilberns verschiedenartige Proteste hervorrief, so braucht die frühere gewöhnliche Injectionsmethode der Lymphgefäße im Allgemeinen und speciell der des Zwerchfells gar nicht erwähnt zu werden.

Nur meine Methode der physiologischen Injection ist unfehlbar, da die ganze Arbeit nicht von der Kunst, sondern von der Physiologie vollbracht wird. Dem Thiere werden in die Bauchhöhle 10—100 ccm, je nach der Grösse des Thieres, neutraler ammoniakalischer Cochenille-Carmin-Lösung eingeführt und nach 5—10 Minuten, sobald eine Carminfärbung des Harns eintritt, wird die Bauchhöhle *lege artis* rasch eröffnet, das Zwerchfell herausgeschnitten, mit reinem Wasser abgewaschen und in 70procentigen Alkohol zur Erhärtung übertragen; danach wird es durch *Ol. terebinthinae* oder ein anderes ätherisches Oel durchsichtig gemacht und in canadischen Balsam oder Damarlack eingeschlossen. Schon mit dem blossen Auge unterscheidet man die physiologische Injection der grossen und mittleren Lymphgefäße, welche die in die Bauchhöhle eingeführte Carmin-Lösung aufgesogen haben. Unter dem Mikroskope sieht man deutlich die feinsten Lymphgefäße. Dieses Bild entspricht vollkommen dem Bilde nach Versilberung des Zwerchfells. Nicht das allein: leicht werden aus dem Zwerchfelle Präparate hergestellt, wo diese beiden Bilder einander mit geometrischer Genauigkeit decken; man braucht nur das Zwerchfell nach vollzogener physiologischer Carmin-Injection der Lymphgefäße zu versilbern.

V. Die Verbindungswege zwischen Blut- und Lymphcapillaren.

Wenn man meine Methode der physiologischen Injection beim Arbeiten anwendet, so gelingt die Lösung einer der schwierigsten und dunkelsten histologisch-physiologischen Fragen: die Frage nach den Verbindungswegen zwischen Blut- und Lymphcapillaren. Zu diesem Zwecke injicirt man dem Thiere eine Carmin-Lösung in die *V. jugularis ext.*, eröffnet nach 5 Minuten demselben die Bauchhöhle, schneidet alle unterhalb des Zwerchfells gelegenen Theile durch, kehrt die zur Bauchhöhle gewendete Fläche des Zwerchfells nach oben, begiesst sie rasch, zuerst mit einfachem reinem Wasser und dann mit einer Lapis-Lösung. Dar-

nach wird das Zwerchfell herausgeschnitten, zuerst in 80procentigen, dann in absoluten Alkohol übertragen und nach völliger Entwässerung in *Ol. terebinthinae* durchsichtig gemacht und in canadischen Balsam oder Damarlack eingeschlossen. An den Präparaten sieht man deutlich die mit carmin-gefärbtem Blute angefüllten Blutgefäße und die durch das Versilbern bezeichneten gröberen und feineren Lymphgefäße, an deren ganzem Verlaufe man deutlich eine Rosacarmin-Färbung erkennt, die weder am Grundgewebe des Zwerchfells, noch an den längs der Saftkanälchen gelegenen Bindegewebszellen zu bemerken ist; diese Saftkanälchen erweitern sich in der Nähe der Blutcapillaren in Form von Dreiecken, die dicht an den Blutcapillaren anliegen. Der Inhalt sowohl dieser dreieckigen Erweiterungen der Saftkanälchen, wie auch der Saftkanälchen selbst ist durch den Carmin rosa gefärbt, während die Bindegewebszellen farblos bleiben. Genauer ist dieses Alles in der oben erwähnten Arbeit des Arztes Dombrowsky mitgetheilt, die ich nicht nur leitete, sondern auch durch meine eigenen Untersuchungen controlirte.

VI. Die Lymphgefäße der Haut.

Die Untersuchung der Lymphgefäße der Haut mittelst meiner physiologischen Injectionsmethode bietet dreifaches Interesse dar: 1) Die Lösung der Frage, ob die unbeschädigte Haut, sowohl verschiedener Thiere, wie auch des Menschen, Wasserlösungen verschiedener Stoffe einsaugen kann; von Spiritus- und anderen Lösungen spreche ich nicht, da ihre Einsaugung schon lange anerkannt ist. 2) Die Feststellung des Anfangs und des weiteren Verlaufs der Lymphgefäße der Haut. 3) Das Studium über das Vermögen des Granulationsgewebes der Haut, nach stattgehabter Verletzung derselben, verschiedene Stoffe einzusaugen.

Die Frage nach dem Einsaugen der Haut ist bis jetzt, wie bekannt, noch streitig, und doch ist sie mit der praktischen Seite der Medicin eng verbunden. Zu diesem Zwecke benutzte ich einige Alkaloide, löste sie in Wasser auf und brachte sie in Wannen. Die Experimente wurden hauptsächlich an jungen, mitunter auch an älteren Katzen und Hunden vorgenommen. Dabei wurde den Thieren das Haar entweder belassen, oder es wurde verschnitten oder sogar rasirt. Dabei wurde Acht

gegeben, die Haut vor Verletzungen zu bewahren (daher wurde das Verschneiden dem Rasiren vorgezogen). Das Orificium urethrae et ani wurden mit Terpenthin-Harz oder Collodium verklebt. Um der Verdunstung der Stoffe und dem Eindringen derselben durch die Respirationsorgane vorzubeugen, wurde die Wasserlösung in der Wanne mit einer Schicht Olivenöl bedeckt. Die Wanne wurde gewöhnlich in einem grossen gläsernen Behälter aufgestellt und das Thier so fest an die Ränder desselben gebunden, dass es, selbst im Falle des Todes während des Experimentes, nicht hineinfallen konnte. Ich wählte zu meinen Experimenten Anfangs Strychnin in einer Wasser- und Spirituslösung; ich erhielt gleiche Resultate, nur mit dem Unterschiede, dass die Wasserlösung ihre Wirkung nicht früher, als nach $2\frac{1}{2}$ —3 Stunden, die Spirituslösung viel rascher, nach 1— $1\frac{1}{2}$ Stunden, hervorrief. Nicotin tödtete die Thiere auch nach 2— $2\frac{1}{2}$ Stunden, Coniin nach 1— $1\frac{1}{4}$ Stunden. Natürlich sind dieses mittlere Zeitdauern; der Unterschied der Zeitschwankungen stieg (in einzelnen Fällen) bis auf $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde. Blieben die Thiere ungeschoren, so waren die Schwankungen noch grösser. Infusum Digitalis zeigt seine Wirkung noch langsamer, nach 9 Stunden; Veratrinlösungen nach 9—10 Stunden, Kalium cyanatum, bei ungeschorenen Thieren, bei 25° C. nach 1— $1\frac{1}{4}$ Stunden, bei höherer Temperatur (42° C.) nach 13—15 Minuten. Nachdem ich mich auf diese Weise von der Einsaugungsfähigkeit der Haut überzeugt hatte, wollte ich die Wege, auf denen die Einsaugung vor sich geht, bestimmen. Zu diesem Zwecke benutzte ich Anfangs Indigo-Carmin; nach 3 Stunden, nicht früher, konnte ich dasselbe im Harn constatiren. Allein die Wege, auf denen dieses Mittel eindrang, war ich nicht im Stande festzustellen, da die Haut eine dichte Imbibition erfuhr. Darnach wandte ich mich zu anderen Mitteln und nahm gelbes Blut-Laugensalz und Ferrum lacticum: das eine führte ich in die Masse des Blutes ein, das andere setzte ich in der Wanne zu; so z. B. führte ich in das Blut eine Lösung Ferri lactici, in die Wanne gelbes Blut-Laugensalz, und umgekehrt. Die Thiere blieben in der Wanne verschiedene Zeit. Die Zahl sowohl dieser, wie aller oben erwähnten Experimente war für jedes Mittel nicht unter 10. Eine Stunde nach Anfang

des Experiments erhielt man noch keine Resultate; die Wege der Einsaugung waren noch nicht erkennbar. Das Experiment gelang gewöhnlich erst nach 2—2½ Stunden. Wenn man jetzt dem Thiere ein Stück Haut ausschnitt, dasselbe für einige Zeit in Alkohol legte und daraus Schnitte verfertigte, so erwies sich, dass die Blutgefässe der Haut mit Berliner-Blau gefärbt waren. Auf welche Weise war das gelbe Blut-Laugensalz eingedrungen? Zur Lösung dieser Frage musste man eine andere Methode anwenden. Ich benutzte Cochenille-Carmin mit der Vorsichtsmaassregel, dass es in der Lösung im Ueberflusse war, damit die Epidermis durch überschüssiges Ammoniak nicht aufgelöst würde. Beim Gebrauche dieses Mittels konnte man sein Eindringen in die Haut chronologisch verfolgen: so z. B. nach 3 Stunden sieht man an den Präparaten das Eindringen des Carmins in die Schicht der Epidermis; später nehmen die Haarbälge, die Ausführungsgänge der Talgdrüsen und die Talgdrüsen selbst daran Theil; weiter in der Tiefe unterscheidet man rosafarbige, noch undeutlich bezeichnete Wege; nach 6 Stunden verbreitet sich die Färbung auf das Bindegewebe, besonders treten die spindel- und sternförmigen Elemente desselben mit ihren Fortsätzen hervor. Die Lymphgefässe bilden ein dichtes Netz, welches in der papillaren Schicht in Form von Schlingen, die unterhalb der Blutcapillarschlingen liegen, seinen Anfang nimmt. Dieses umfangreiche Netz von Lymphcapillaren geht in der Tiefe in grössere Lymphgefässe über. Auf diese Weise wird die Einsaugung durch die Haut zur Thatsache, die durch die Ausscheidung des Carmins durch den Harn bestätigt wird.

Alle diese Experimente sind auf Anerbieten der russischen Balneologischen Gesellschaft und auf ihre Kosten gemacht worden. Wenn die Einsaugung durch die Haut für Thiere bewiesen ist, so fragt es sich, ob dieses Resultat auch auf den Menschen übertragen werden kann? Zur Lösung dieser Frage machte ich folgende Experimente: Nachdem ich alle möglichen Vorsichtsmaassregeln getroffen hatte, setzte ich Knaben in eine Wanne mit Indigo-Carmin und Digitalis. Das Orificium ani et urethrae wurden mit Terpenthinharz verklebt. Nachdem solch' eine Indigo-Wanne 3½ Stunden gewirkt hatte, bemerkte ich eine entsprechende blaue Färbung des Harns, die nach 4 Stunden

schon stark ausgeprägt war. Die Wannen mit Infusum Digitalis (eine solche auf einen Eimer Wasser) übten ihre Wirkung auf den Puls, aber sehr spät, nach 24 Stunden und noch später, aus.

Mit der Frage über die Bedingungen der Einsaugung durch das Granulationsgewebe der Haut, nach ihrer Verletzung, beschäftigte sich in meinem Laboratorium der Chirurg M. A. Galin. Um in diesem Falle nicht nur die Frage nach der Einsaugung, sondern auch die über die Wege der letzteren leicht, anschaulich und richtig zu lösen, machte er, nach meinem Rathe, eine Reihe folgender Experimente: Hunden und anderen Thieren wurden auf dem Rücken längliche Stücke Haut herausgeschnitten, die Wunde wurde auf gewöhnliche chirurgische Weise behandelt, und nach einigen Tagen, nachdem sich ein gesundes Granulationsgewebe gebildet hatte, wurde es im Verlaufe von 2—11 Stunden mit einer neutralen Cochenille-Carmin- oder Indigo-Carmin-Lösung betröpfelt. Während des Experimentes nahm der Harn eine rothe oder blaue Färbung an, und an verticalen Schnitten durch die ganze Dicke der Haut dieser Stellen sah man deutlich den ganzen Verlauf der einsaugenden Lymphgefäße, die roth oder blau gefärbt grell hervortraten. Die pyogene Schicht erschien in den Experimenten von Galin, wie die normale Epidermis in meinen Experimenten, diffus in die Tiefe bis zur Papillarschicht gefärbt, wo die Lymphgefäße ihren Anfang in Form von Schlingen nehmen, deren Fortsetzungen in der Tiefe ein dichtes Netz bilden, aus dem sich, beim Uebergange in die fibröse Schicht, grössere Lymphgefäße bilden. Die Einzelheiten dieser Arbeit des Chirurgen Galin sind in seiner Doctor-Dissertation „Ueber das Einsaugen durch Granulationsgewebe, über die Bedingungen und Wege des Einsaugens“, aus der Klinik des verstorbenen Professors Kolomnin und dem Laboratorium des Professors Chrzonszczewsky, Kiew 1887, beschrieben.

Ich verfolgte die Entwicklung dieser Arbeit und controlirte sie durch eigene Experimente; dabei erhielt ich dieselben Resultate, die um so anschaulicher wurden, je länger das Begiessen des Granulationsgewebes mit den färbenden Mitteln dauerte, und je stärker die Concentration der Cochenille- oder Indigo-Carmin-Lösungen war.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VI.

- Fig. 1. Physiologische Injection der Blutgefäße der Milz. a Kapsel der Milz. b Malpighi'sche Körperchen. c Pulpa. d Anfang der Venen. (Hartnack 5.)
- Fig. 2. Physiologische Injection der Blut- und Lymphcapillaren der Leber. a Leberzellen. b Blutcapillaren mit einer physiologischen rothen Carmin-Injection. c Lymphscheiden mit einer physiologischen blauen Indigo-Carmin-Injection und versilbertem Endothel. (Hartnack 8.)
- Fig. 3. Physiologische Injection der Lymphgefäße der Lungen. a ein Bronchus, angefüllt mit Carmin, welcher von hier in die zwischen dem Epithel der Bronchien ihren Anfang nehmenden Lymphcapillaren übergeht. b Querschnitt der Lungenalveoli, an deren Epithel Carmin anliegt, welcher von hier in die zwischen dem Epithel der Lungenalveoli ihren Anfang nehmenden Lymphcapillaren übergeht. c Flächenschnitt der Lungenalveoli, deren Fundus an vielen Stellen mit Carmin bedeckt ist, welcher von hier in die Lymphcapillaren übergeht, die ein recht dichtes Netz bilden. d gewöhnliche, künstliche blaue Injection der Vasa coronaria um die Lungenalveoli herum, deren Fundus mit einem Netze von Blutcapillaren bedeckt ist. (Hartnack 8.)
- Fig. 4. Physiologische Injection der Lymphgefäße des Zwerchfells. a physiologische Carmin-Injection der Blutgefäße des Zwerchfells. b die nach der Methode des Versilberns gezeichneten Saftkanälchen, welche eine Rosa-Carmin-Flüssigkeit enthalten, die sie in Folge einer physiologischen Diffusion aus den Blutcapillaren erhalten und in die Lymphcapillaren übertragen.
- Fig. 5. Physiologische Injection der Lymphgefäße der Haut in einer Carmin-Wanne. a die Epidermis, diffus mit Carmin gefärbt, der am dichtesten sich in den obersten Schichten befindet. b schlingenförmige Anfänge der Lymphcapillaren in der Papillarschicht der Haut, die den Carmin in sich aufgenommen haben. c das mit Carmin angefüllte Lymphcapillarennetz der Haut. d grössere Lymphgefäße in der Tiefe der Haut. (Hartnack 7.)