

**Die Vertheilung der Blutgefäße im Muskel : Aus dem Physiologischen
Institute zu Leipzig.**

Contributors

Spalteholz, Werner, 1861-1940.
Augustus Long Health Sciences Library

Publication/Creation

Leipzig : S. Hirzel, 1888.

Persistent URL

<https://wellcomecollection.org/works/sxf5udn4>

License and attribution

This material has been provided by This material has been provided by the Augustus C. Long Health Sciences Library at Columbia University and Columbia University Libraries/Information Services, through the Medical Heritage Library. The original may be consulted at the the Augustus C. Long Health Sciences Library at Columbia University and Columbia University. where the originals may be consulted.

This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.



Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
<https://wellcomecollection.org>



W. SPALTEHOLZ.

DIE

VERTHEILUNG DER BLUTGEFÄSSE

IM MUSKEL.

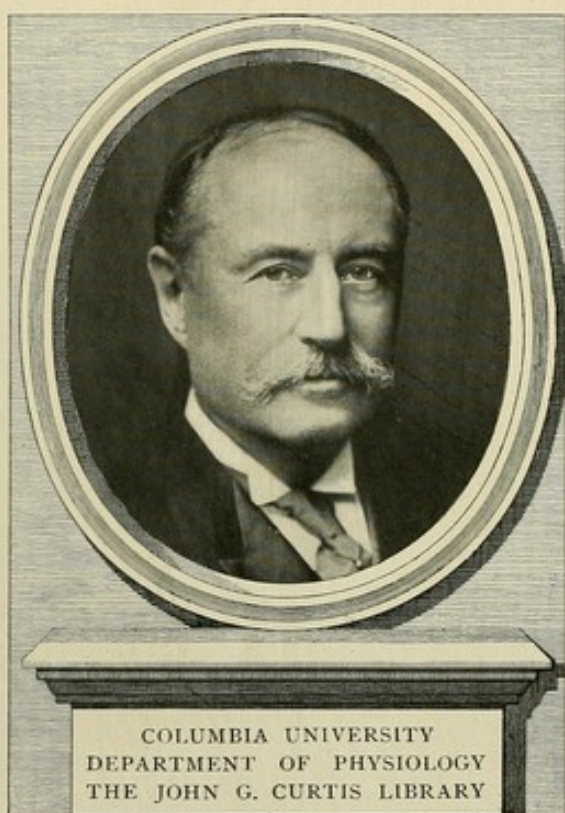
Des XIV. Bandes der Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe der Königl.
Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften

N^o XI.

MIT DREI TAFELN.

(Aus dem physiologischen Institute zu Leipzig.)

LEIPZIG
BEI S. HIRZEL.
1888.



DIE

VERTHEILUNG DER BLUTGEFÄSSE

IM MUSKEL

W. SPALTERHOLZ

Das 31^e Heft der Abhandlungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

1871.

W. SPALTERHOLZ

Verlag von W. Spalterholz, Wien, in der Stadt.

LEIPZIG:

Verlag von W. Spalterholz

DIE
VERTHEILUNG DER BLUTGEFÄSSE
IM MUSKEL

VON
W. SPALTEHOLZ.

Des XIV. Bandes der Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe der Königl.
Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften

N^o XI.

MIT DREI TAFELN.

(Aus dem physiologischen Institute zu Leipzig.)

LEIPZIG
BEI S. HIRZEL
1888.

Q M 571
Sp 1

Von d. w. Mitgliede C. Ludwig vorgelegt in der Sitzung v. 6. August 1888.

Das Manuscript übergeben am 7. August 1888.

Der Abdruck vollendet den 22. September 1888.

DIE VERTHEILUNG
DER BLUTGEFÄSSE
IM MUSKEL

VON

WERNER SPALTEHOLZ.

DER VERLEHNDUNG

DER BLUTGEFÄSSE

IM MENSCHEN

VON DR. MED. SEBASTIAN

Mit der Erweiterung unserer anatomischen Kenntnisse geht stets eine Vertiefung unseres Verständnisses der Vorgänge in den betreffenden Geweben einher. So hat auch jedes eingehendere Studium der Gefässe, sei es in ihrem Bau, sei es in ihrem Verhältniss zu einander und zu dem umgebenden Gewebe, neue Aufschlüsse über die Leistungen des Blutstromes gebracht und über die Hilfsmittel, welche dem Körper für diese Zwecke zu Gebote stehen. Da sich daher erwarten liess, dass ein genaueres Eingehen auf die Gefässvertheilung im Muskel einigen Aufschluss über bestimmte physiologische Fragen geben würde, und da zugleich diese Arbeit für eine verwickeltere ähnlichen Inhalts nothwendige Vorbedingung war, wurde dieselbe auf Anregung des Herrn Prof. Ludwig von mir in Angriff genommen.

Bin ich mir auch bewusst, dass die erhaltenen Resultate die gestellten Fragen noch lange nicht erschöpfend beantworten, so geben sie doch schon über einiges Wesentliche interessante Aufschlüsse.

Meine Untersuchungen erstreckten sich auf Hunde, Kaninchen und theilweise auch menschliche Neugeborene.

Es galt erstens, festzustellen, wie sich die makroskopisch sichtbaren Gefässe im Muskel vertheilen. Für diese Darstellung der Arterien wählte ich nach zahlreichen Versuchen, der Frage auf anderem Wege nahe zu kommen, schliesslich eine Leimmasse, welche durch reichlichen Zusatz feinsten Ultramarins intensiv blau gefärbt war, und welche so die Capillaren nicht passirt. Die Venen erhielt ich dadurch gesondert, dass ich von der Arterie aus erst eine mit Carmin oder Berliner Blau gefärbte Masse bei ca. 80 mm *Hg*-Druck injicirte und dann, wenn das Gefässsystem ziemlich gefüllt erschien, eine farblose Masse unter 180—200 mm *Hg* folgen liess, bis nichts mehr in die

Gefässe hineinging. Für die Arterien erhält man mit der angewandten Methode sicher schöne Präparate, bei den Venen je nach dem Gelingen wenigstens an grösseren oder kleineren Theilen der Muskel. Nachdem die Leimmasse erstarrt war, wurden einzelne Muskeln, welche wegen ihrer Platttheit besonders geeignet erschienen, sorgfältig vom umgebenden Gewebe losgelöst, auf Korkplatten ausgebreitet und unter beständigem Anspannen mit Igelstacheln befestigt, dann in Alkohol entwässert, in Nelkenöl aufgehellt und auf entsprechend grossen Glasplatten in Xylol-Canadabalsam eingeschlossen.

So gelingt es unschwer, die Gefässvertheilung eines ganzen Sartorius, der Bauchmuskeln, des Zwerchfelles, ja selbst dickerer Muskeln eines mittelgrossen Hundes und menschlicher Neugeborener bis zu den feinsten Ästchen hin klarzulegen und auch für die Betrachtung unter der Loupe geeignet vorzubereiten. Die Entstehung von Luftblasen in den Präparaten verhindert man am besten dadurch, dass man auf dem Wasserbad erwärmt und nur eben bis zur Leichtflüssigkeit mit Xylol versetzten Canadabalsam benutzt, eventuell die eingeschlossenen Präparate unter geringer Belastung des Deckglases längere Zeit gelinde erwärmt.

Für die zweite Aufgabe, die in der Untersuchung der Capillaren bestand, wählte ich zwei verschieden gefärbte Leimmassen, und zwar färbte ich gewöhnlich die eine mit Carmin, die andere mit flüssiger chinesischer Tusche, resp. besonders präparirtem Lampenruss¹⁾. Ich injicirte zuerst unter ca. 80 mm *Hg*-Druck die Carminmasse, bis alle Capillaren gefüllt erschienen, und schickte dann die zweite Masse unter ca. 180 mm *Hg* nach, bis ich an der schwärzlichen Färbung einzelner zu Tage liegender Muskelstücke sah, dass die Masse bis in die Capillaren vorgedrungen sei. Dann wurde das Präparat sofort in Alkohol gelegt und nach möglichst kurzer Zeit, d. h. sobald die Masse in den Hautgefässen erstarrt war, seines Hautüberzuges entkleidet.

Um die Anordnung der Gefässe im contrahirten Muskel zu studiren, injicirte ich das Thier, gewöhnlich die untere Hälfte von der

1) Die Anfertigung und den Vertrieb dieser vorzüglichen Massen nach den im physiologischen Institut festgestellten Recepten hat Herr Dr. GEORG GRÜBLER, Leipzig, Dufourstr. 17, übernommen.

Aorta abdominalis aus, so kurze Zeit, als nur irgend möglich, nach dem Tode mit einer concentrirten wässrigen Berliner-Blau-Lösung, bis alle Gefässe prall angefüllt erschienen, schnitt dann vorsichtig die Insertionen einiger besonders geeigneter Muskeln (*Mm. gastrocnemius* und *quadriceps femoris*) durch und machte sie wärmestarr, indem ich sie ungefähr zwei Stunden lang in Wasser von 50° C. brachte. Die Reduction des Berliner Blaues kann man durch Zusatz von etwas Salpetersäure verhindern, oder, wenn einmal eingetreten, dadurch wieder beseitigen, dass man die betreffenden Muskel in Salpetersäure härtet. Diese Behandlung erleichtert auch die nachfolgende Präparation.

Zu dieser zweiten Untersuchungsreihe benutzte ich mit Vorliebe Kaninchen, da sich bei ihnen mit Pincette und Präparirnadel leicht von den Muskeln sehr dünne Lamellen ablösen lassen, die ich nach Aufspannung und halber Antrocknung auf dem Objectträger vollständig entwässerte, aufhellte und in Balsam einschloss. Schnittpreparate geben keinen genügenden Überblick, während er bei obigen Präparaten, wenn sie nur dünn genug sind, an den meisten Stellen ein vollständiger ist.

Die Thiere wurden stets möglichst kurze Zeit nach dem Tode injicirt. Man erhält so wesentlich gleichmässiger Injectionen als sonst und umgeht das lästige Vorwärmen. Dem Umstand, dass bei dem menschlichen Material ein Zeitraum von mehreren Stunden zwischen Tod und Injection lag, gebe ich auch hauptsächlich die Schuld, dass die Präparate, die ich vom Menschen besitze, nicht so schön sind als die übrigen.

I. Arterien.

Die folgende Beschreibung bezieht sich, wo nicht besonders etwas Anderes gesagt ist, auf den Hund.

Die Zahl der Arterien, welche einen und denselben Muskel bei verschiedenen Individuen versorgen, ist nur geringen Schwankungen unterworfen; namentlich gleichen sich aber bei demselben Thiere die rechte und linke Seite immer auffällig.

Die Hauptmenge des Blutes wird dem einzelnen Muskel gewöhnlich durch mindestens zwei je nach der Masse des Muskels mehr

oder weniger grosse Gefässe zugeführt. Der Verlauf derselben ist, soweit sie parallel der Faserrichtung eindringen, ein ziemlich geradliniger; soweit sie unter einem spitzen oder rechten Winkel auftreffen, nähern sie sich im Bogen der Faserrichtung. Nicht selten trifft man aber auch Stämmchen, welche senkrecht zu ihr den Muskel durchziehen und erst in ihren Endästen umbiegen.

Diese Stämmchen schicken nun, aber nur zum Theil unter entsprechender Ablenkung derselben, kleinere und grössere Zweige ab, welche unter einander und mit denen anderer Arterien Verbindungen eingehen, so dass schon durch diese Ästchen stärkeren Kalibers ein gröberes Netzwerk gebildet wird, welches allseitig den Muskel durchzieht. Bei grösseren Muskeln ist jede Masche noch von einem oder mehreren Zweigen ähnlichen Durchmessers durchzogen, welche die Zahl der gröberen Anastomosen vermehren helfen. Von den Seiten dieses Netzes, und zwar in gleicher Weise von den Hauptstämmchen wie von den kleineren Ästen gehen in ungefähr gleichen Abständen von einander meist senkrecht kleine Zweige ab, deren Durchmesser nur wenig unter einander differiren. Jedes derselben ist durch bogenförmige Anastomosen mit seinen benachbarten verbunden. So entsteht in dem ersten gröberen ein zweites feineres Netzwerk, dessen einzelne Maschen Räume ungefähr gleichen Inhalts einschliessen. Von den Fäden dieses Netzes nun entspringen meist rechtwinklig zur Faserrichtung (Taf. II, Fig. 3) feinste Arterien, welche, theilweise unter erneuter Anastomosenbildung, den letzten vorcapillären Reiserchen resp. den Capillaren selbst zum Ursprung dienen.

Diese Vertheilung der Arterien findet sich in allen Muskeln, ebenso denen des Stammes wie denen der Extremitäten, des Hundes und Kaninchens; vom Menschen kann ich dasselbe vorläufig nur von den gröberen Verzweigungen und Anastomosen behaupten. Besonders schöne Präparate liefert das Zwerchfell des Hundes. Es bezieht bekanntlich sein Blut 1. aus den schwachen Aa. pericardiacophrenicae, 2. den Aa. phrenicae inferiores, 3. den sechs unteren Aa. intercostales und 4. Ästchen der Aa. mammae internae (Rr. musculophrenici). Während nun beim Kaninchen Nr. 3 und 4 so überwiegend entwickelt sind, dass man die anderen, namentlich Nr. 1, leicht übersieht, und dass nur jene für den Rippentheil in Betracht kommen, sind beim Hund und Menschen die Aa. pericardiacophrenicae

zwar schwach, die Aa. phrenicae inferiores aber ebenso stark wie die Aa. intercostales. Durch die zahlreichen Verbindungen, welche die Äste der letzteren sowohl unter einander als auch mit denen der Aa. phrenicae eingehen, entsteht ein Netzwerk, dessen Zierlichkeit namentlich beim Hund überraschend ist. Taf. I, Fig. 4, welche den linken hinteren Abschnitt desselben darstellt, soll davon ein getreues Bild geben. Wie man sieht, sind im Zwerchfell die Maschen besonders sorgfältig in der Faserrichtung angeordnet. Fast genau so ist das Bild beim menschlichen Zwerchfell. Als Beweis dafür, dass die Gefässvertheilung in allen Muskeln demselben Gesetze folgt, habe ich noch ein Stück aus einem rechten M. transversus abdominis des Hundes (Taf. I, Fig. 2) zeichnen lassen.

II. Capillaren.

Der folgende Abschnitt schildert die Verhältnisse im weissen Kaninchenmuskel.

A. Im erschlafften Muskel. Die feinsten arteriellen Ästchen entspringen, wie schon erwähnt, meist senkrecht von ihrem Stamm (Taf. II, Fig. 3). Ihre Zweige, verschieden an Zahl und Stärke, gehen meist unter spitzem Winkel ab und biegen theils in sanftem Bogen, theils brüsk in die Faserrichtung ein, um dann direct in die Capillaren zu zerfallen. Einzelne Capillaren nehmen ihren Ursprung auch direct aus dem Stämmchen (Taf. II, Figg. 3 u. 4, Taf. III, Fig. 5). Die Capillaren verlaufen gestreckt in der Faserrichtung, biegen aber häufig, indem sie sich um eine Muskelfaser herumwinden, in eine andere Ebene ein, sodass sie meistens Theile mehrerer Fasern mit Blut versorgen. Jede Capillare ist gewöhnlich mit den benachbarten durch ein oder zwei rechtwinklig zur Faserrichtung verlaufende Ästchen verbunden; man findet jedoch unschwer auch lange Capillaren, welche nichts von einer solchen Verbindung erkennen lassen. Überhaupt habe ich an meinen Präparaten die Überzeugung gewonnen, dass Querverbindungen nicht so häufig sind, als man nach Längsschnitten anzunehmen geneigt ist, wo namentlich auch die Zwischenstücke zwischen zwei in verschiedenen Ebenen verlaufenden Abschnitten derselben Capillare leicht für Anastomosen gehalten werden können.

An ihrem Ende fliessen die Capillaren zu zweien oder mehreren, in letzterem Falle unter eigenthümlicher Büschelbildung, zu weiten Venenzweigen zusammen, die sich unter spitzem Winkel zu einem kleinsten Venenstämmchen verbinden. Letztere verlaufen meist senkrecht oder nur wenig zur Faserrichtung geneigt und ergiessen ihr Blut in einen dieser parallel laufenden Stamm. Mit der grössten Regelmässigkeit ist nun ein solches kleinstes Venenstämmchen zwischen zwei kleinsten Arterien angeordnet, sodass man diese Gefässe stets in der Reihenfolge: Arterie, Vene, Arterie, Vene, Arterie u. s. w. antrifft. Die Abstände zwischen ihnen sind geringen Schwankungen unterworfen (Taf. II, Figg. 3 u. 4). Es ist eigenthümlich zu sehen, wie bisweilen, wenn durch spitzwinkligen Abgang grösserer Äste dieses Gesetz gestört zu werden droht, kleinere Stämmchen unterkriegen, um auch in der sonst in dem Winkel entstehenden Lücke das Gesetz aufrecht zu erhalten.

Das Gebiet, welches jeder arterielle Endast versorgt, entspricht einem länglichen Scheibchen, dessen Dicke nur durch wenige Lagen von Muskelfasern gebildet wird.

Jede kleinste Arterie entsendet ihr Blut in gleicher Weise nach beiden Seiten hin, und zwar sicher wenigstens zum Theil in die nächstgelegenen Venenstämmchen. Bei einem Theil der Capillaren lässt sich jedoch eine directe Verbindung mit diesen nicht nachweisen; sie gehen über denselben oder darunter weg, um sich jenseits mit einer Capillare der nächsten Arterie zu einem venösen Ästchen zu vereinigen und von jener Seite in die Vene einzumünden. Ein anderer Theil der Capillaren stellt wohl auch nur Verbindungsglieder dar zwischen den Capillargebieten verschiedener Arterien.

In der Länge der Capillaren begegnet man ziemlichen Schwankungen. Nicht nur, dass man an verschiedenen Stellen des Muskels verschieden lange Capillaren trifft, sondern kürzere und längere liegen auch dicht neben einander; ja man findet sogar, dass zwei von demselben arteriellen Endästchen nach entgegengesetzten Seiten abgehende Capillaren merkliche Längenunterschiede zeigen. Beträgt beim Kaninchenmuskel (ohne Berücksichtigung der Minima und Maxima) die mittlere Länge einer Capillare 0,69 mm und schwankt sie dabei ziemlich gleichmässig zwischen 0,50 mm und 1,00 mm, so konnte ich dabei auch bestimmt solche von 0,43 mm und von 1 mm

bis 1,35 mm Länge messen. Die von derselben Arterie nach entgegengesetzten Seiten abgehenden Capillaren sind zum Theil gleich lang oder nur wenig verschieden; ich traf jedoch Arterien, von denen aus nach der einen Seite Capillaren von 1,08 mm und 1,44 mm und nach der anderen von 0,53 mm und 0,56 mm Länge abgingen. Über den Durchmesser und die Zahl der Capillaren, die von einer Arterie abgegeben wird, bin ich noch nicht in der Lage, genügende Angaben machen zu können.

B. Im contrahirten Muskel. An dem durch die oben erwähnte Methode bis auf das Äusserste verkürzten Muskel sind die letzten arteriellen und venösen Ästchen noch schärfer als am erschlafften senkrecht zur Faserrichtung gestellt, ihre Zweige sind nahe an den Stamm herangedrängt und laufen parallel mit ihm. Ist das Gefässsystem nur mit einer Masse injicirt, so sind die Arterien von den Venen nur durch ihre Schlankheit zu unterscheiden und dadurch, dass ihre Ästchen sehr lang und schmal sind, während die venösen durch den Zusammenfluss mehrerer Capillaren plötzlich als relativ weite und kurze Gefässe entstehen. Die Capillaren laufen alle in Schlangenlinien, die sich theilweise über die ganze Breite einer Muskelfaser hinziehen.

III. Venen.

Mit Ausnahme der oben erwähnten venösen Wurzelästchen verlaufen die Muskelvenen stets dicht neben den Arterien, sind einfach angelegt und bis in die feinsten Ästchen mit Klappen versehen, die namentlich an den Einmündungsstellen der kleineren Zweige in einen grösseren sich vorfinden, und die das Blut nur in der Richtung nach dem Herzen zu strömen lassen.

Die Venen bilden also genau so, wie die Arterien, ein dichtes Netz im Muskel, das sich von dem arteriellen höchstens dadurch unterscheidet, dass an einer Stelle, wo nur eine schwache arterielle Anastomose vorhanden ist, sich eine stärkere venöse findet, und umgekehrt. Bisweilen erweckt es den Anschein, als ob sich die Venen etwas strenger an die Faserrichtung, resp. eine darauf senkrechte hielten, als es die Arterien thun. Nur an einzelnen bestimmten Muskeln, an denen offenbar besondere hydraulische Verhältnisse vor-

liegen, sind die grössten Venenstämme etwas anders angeordnet, als die entsprechenden Arterien. So findet man namentlich am Zwerchfell Hauptabzugswege für das Blut im Centrum tendineum. Am meisten ist dies beim Kaninchen ausgesprochen, wo geradezu das arterielle Blut von den Rippen herkommt und in seiner Hauptmasse nach dem Centrum tendineum in die dessen Peripherie begrenzenden venösen Stämme abfließt. Die grösseren Arterien und Venen greifen dabei in einander wie die Zinken zweier gegen einander gekehrter Rechen. Beim Hund und Menschen laufen allerdings in der pars muscularis sämtliche Venen streng neben den entsprechenden Arterien, doch fallen auch bei ihnen in der pars tendinea grosse venöse Abzugscanäle auf, die das Blut, das ja hauptsächlich aus den Aa. intercostales und phrenicae inferiores, also von den seitlichen Theilen her, kommt, nach der Mitte fortführen. Ein ähnliches eigenthümliches Verhalten ist mir noch am M. mylohyoideus des Hundes aufgefallen. Diesem wird sein Blut fast ausschliesslich von den am seitlichen Rand verlaufenden Aa. submentales geliefert, findet seinen Abfluss aber nur zum geringsten Theile in die entsprechenden Vv. submentales, zum grössten dagegen in eine in der Medianlinie an der unteren Fläche des Muskels verlaufende starke V. mediana. Die Zweige dieser Vene und ihre Äste entsprechen dagegen vollständig denen der Arterien und bilden vorwiegend in der Faserrichtung angeordnete Längsmaschen. Welche mechanischen Verhältnisse diese eigenthümlichen Abweichungen sowie namentlich auch die Verschiedenheiten bei einzelnen Säugethieren verursachen, ist vorläufig noch unklar.

Doppelt angelegte Venen habe ich im Muskel selbst nie gefunden; namentlich sind auch die grössten, soweit sie im Muskel selbst verlaufen, nie doppelt. Letztere Thatsache steht natürlich nicht mit der anderen im Widerspruch, dass die Muskelvenen, sobald sie aus dem Muskel heraustreten, meist eine Begleitvene erhalten und nun die Arterie in der gewöhnlichen Weise von beiden Seiten her einfassen.

Die Zahl der Klappen in den Muskelvenen ist ausserordentlich gross. Sie finden sich nicht nur in den grössten Ästen, sondern ich konnte sie auch bis in feine Zweige unter $\frac{1}{4}$ mm Durchmesser nachweisen. Ihre Anwesenheit erschwert eine gesonderte Darstellung der

Venen ganz bedeutend. Bei Injectionen vom Stamm aus nach der Peripherie zu erhält man wohl bisweilen, d. h. wenn die Klappen mit der Wand verklebt oder sonst insufficient geworden sind, umschriebene Bezirke leidlich gut injicirt und sieht dann an der Peripherie derselben die Masse stets durch eine Klappe am weiteren Vordringen verhindert; in den meisten Fällen gelingt aber auch nicht einmal eine solche stückweise Darstellung, da die Klappen sich einstellen und selbst noch einem Drucke von ca. einer Atmosphäre Widerstand leisten. Eine vollständige Injection der Venen ist daher nur von den Arterien aus in der oben angegebenen Weise möglich.

Da die Vertheilung der Venen mit den erwähnten Ausnahmen derjenigen der Arterien vollständig entspricht, habe ich es nicht für nöthig gehalten, besondere Abbildungen von ihnen beizufügen.

Der Durchmesser der Venen ist, wie überall, so auch im Muskel bedeutend grösser als der der Arterien; auch beginnen sie gleich als im Verhältniss zu den einmündenden Capillaren übermässig grosse Schläuche, welche dann anfangs viel weniger an Durchmesser zunehmen, als die entsprechenden arteriellen Endästchen auf dem gleichen Wege abnehmen. Die Venen erscheinen an Injectionspräparaten stets als platte, bandartige Gefässe, deren spaltförmiges Lumen der Faserrichtung entspricht, wenn sie selbst senkrecht zu derselben verlaufen.

Im Folgenden sollen die Schlussfolgerungen zusammengestellt und discutirt werden, die sich aus den oben angeführten Thatsachen ergeben. Es wird dabei Gelegenheit sein, noch einiges anatomisch Neue zu erwähnen, welches zum besseren Verständniss dienen kann.

4. Jeder Muskel bildet für den Blutstrom ein in sich abgeschlossenes Ganzes; die Gefässe, die in einen Muskel eindringen, versorgen mit wenig Ausnahmen auch nur diesen allein. Selbst für die Capillarbezirke scheint dieses Gesetz in einem gewissen Grade Giltigkeit zu haben, da man die Capillaren an den Rändern des Muskels mit grosser Regelmässigkeit schlingenförmig sich umbiegen sieht. Dieser Befund stimmt auch sehr gut mit der experimentell gefundenen Thatsache, dass bei der Contraction eines Muskels die eintretende Beschleunigung des Kreislaufes nicht auf andere Muskel übergreift.

Allerdings existiren ja Gefässverbindungen namentlich mit dem umgebenden Bindegewebe, doch habe ich sie nie grösser gefunden, als dass sie mit dem unbewaffneten Auge eben noch sichtbar sind. Und selbst wenn man an platten Muskeln, z. B. *Mm. latissimus dorsi*, *sartorius*, aus den zarten Gefässbögen, welche den äussersten Randtheil versorgen, eine ganze Anzahl solcher feiner Ästchen in das benachbarte Fascienblatt eindringen sieht, ja bisweilen bis zum nächsten Muskel verfolgen kann, so kann dies meiner Meinung nach an dem aufgestellten Satze nichts ändern, da diese Gefässe bei ihrem absolut und relativ geringen Querschnitt in keiner Weise für die Be- oder Entlastung des betreffenden Stromgebietes in Betracht kommen können. Diese Ästchen scheinen nur für die Ernährung des umgebenden Bindegewebes bestimmt zu sein.

Nicht unerwähnt will ich lassen, dass ich in einigen Fällen auch grössere Gefässe einen Muskel habe verlassen sehen, um entweder in die Haut oder den benachbarten Muskel überzugehen. Das erstere Verhältniss findet sich regelmässig am *M. biceps femoris* des Hundes; ich behalte es mir für später vor, bei einer anderen Gelegenheit ausführlich darauf einzugehen. Den zweiten Fall habe ich namentlich an den Bauchmuskeln gefunden, wo die Äste der *A. epigastrica* nicht nur den *M. rectus abdominis* versorgen, sondern auch auf die queren und schrägen Bauchmuskeln übergreifen (Taf. I, Fig. 2), und wo die Äste der *Aa. intercostales* resp. *lumbales* sich in allen drei queren Bauchmuskeln gleichmässig verbreiten. Ob dieses Verhalten, welches von dem der übrigen Muskeln wesentlich abweicht, damit zusammenhängt, dass sich die Bauchmuskeln, wenigstens die derselben Seite, wohl stets gemeinsam contrahiren, wage ich noch nicht zu entscheiden.

2. Die Anastomosen, welche zwischen verschiedenen Arterien und zwischen verschiedenen Ästen einer und derselben bestehen, zeichnen sich alle, selbst im *M. rectus abdominis*, wo sie sich bei Verengerung oder Verschluss der *Aorta abdominalis* so enorm erweitern können, durch eine Feinheit aus, die namentlich bei grösseren Muskeln im Missverhältniss steht zu der Grösse der zuführenden Gefässe. In kleineren Muskeln, in denen die Hauptarterien selbst kleiner sind, fällt dieser Unterschied nicht so in die Augen. Es fehlen also in den grossen Muskeln Verbindungsäste, welche durch ihren Quer-

schnitt geeignet sind, den plötzlichen Ausfall eines Gefässgebietes durch Zufuhr von einer anderen Seite her wieder zu ersetzen. Es ist vielmehr der Muskel von einem dichten Netz von allseitig mit einander verbundenen Gefässen durchzogen, deren Durchmesser in nur geringen Grenzen schwankt. An dieses Netz treten von verschiedenen Seiten her die Hauptäste der zuführenden Gefässe heran, um es mit Blut anzufüllen. Die grosse Anzahl der Anastomosen, wie auch die geringen Unterschiede in dem Durchmesser der das Netz bildenden Gefässe bewirken, dass der Blutdruck innerhalb desselben ein möglichst gleichmässiger ist und namentlich nicht davon abhängt, ob ein Gebiet dem Hauptstamm näher oder ferner liegt.

Nach dem eben Gesagten muss auch Verschlussung eines Astes eine durchaus verschiedene Wirkung haben je nach der Grösse desselben. Weiss man auch, dass sich einzelne Blutgefässe bei Verschluss anderer in kurzer Zeit bedeutend erweitern können¹⁾, so muss man für die Beurtheilung der Frage doch von der folgenden Grundbetrachtung ausgehen:

Gehen zu einem bestimmten Muskelstück die Äste *a*, *b*, *c* und *d*, so kommt es bei Verschluss des Astes *a* auf die Grösse des Querschnittes je von *b*, *c* und *d*, sowie auf die Summe aller drei an; von dem ersteren hängt der Druck und die Geschwindigkeit, von der letzteren die Gesamtmenge des Blutes ab, welche das betreffende Stück erhält. Ist jeder der Querschnitte von *b*, *c* und *d* wesentlich kleiner als der von *a* (das ist also der Fall, dass *a* ein Hauptstämmchen, *b*, *c* und *d* Theile des Anastomosennetzes sind), so ist auch der Druck und die Geschwindigkeit in *b*, *c* und *d*, also auch im ganzen Gebiete geringer²⁾; und das betreffende Muskelstück erhält, wenn die Summe der Querschnitte von *b*, *c* und *d* nur wenig grösser oder gar kleiner ist, als der von *a*, eine geringere Blutmenge als sonst, zumal die betreffenden Gefässe nicht nur die Blutmenge, die sie vorher beförderten, sondern auch noch die, welche vordem durch *a* ging, ersetzen sollen. Sind alle vier angenommenen Gefässe aber fast gleich stark, so dass man sie dem oben

1) STAHEL, Zur Anatomie und Chirurgie der Art. subclavia. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1886. Anat. Abth. p. 214—235.

2) Es handelt sich hier meistens um die feinen Gefässe, in denen vor den Capillaren wohl der Blutdruck den raschesten Abfall erleidet.

erwähnten Netzwerk und keines den grossen zuführenden Hauptstämmchen zuzählen kann, so sind die Unterschiede im Durchmesser, also auch die im Blutdruck, gering, die Summe der Querschnitte, also auch die Gesamtmenge des Blutes, viel grösser als im verschlossenen Gefässe. In diesem Falle kann also sehr viel leichter das Gebiet des einen Astes durch die anderen mit versorgt werden.

Die Ursache dafür, dass nach Verschluss eines grossen Astes gewöhnlich ein grosses Gebiet ausfällt, während die Verlegung eines kleineren ganz unbemerkt vorübergehen kann, liegt also nicht in der verschiedenen Grösse der von den betreffenden Ästen versorgten Gebiete, sondern darin, dass in dem ersteren Falle der Querschnitt der Anastomosen relativ gering, im letzteren relativ gross ist.

Dass diese Betrachtungsweise mehr als theoretischen Werth besitzt, ist wenigstens zum Theil bereits durch Experimente bewiesen. LUDWIG und ALEX. SCHMIDT¹⁾ fanden bei ihren künstlichen Blutdurchleitungen am *M. biceps femoris* des Hundes: »Wird nun eine der Muskelarterien eingebunden, so dass nur ihr Bezirk einen Strom empfängt, während die der übrigen Arterien leer bleiben, so tritt unfehlbar und spätestens nach 2 bis 3 Stunden in den nicht vom Blut benetzten Muskelmassen die Starre ein, während die unmittelbar anliegenden, vom Blut umflossenen Fasern einen hohen Grad von Reizbarkeit behauptet haben.« Und dies geschieht, trotzdem, wie ich an meinen Präparaten zeigen kann, zahlreiche wenn auch nur feine Anastomosen zwischen den beiden Hauptgefässen dieses Muskels (aus einem Ast der *A. hypogastrica* und einem der *A. femoralis*) und deren Zweigen vorhanden sind.

Rasch eintretende schwächere oder stärkere Verengerungen eines Gefässes werden natürlich je nach ihrer Grösse verschiedene Veränderungen verursachen, deren Ausdehnung sich unter Berücksichtigung der oben gemachten Bemerkungen leicht ergibt.

Allmählich eintretende Verengerungen beziehentlich Verschlüssen eines Gefässes werden in der Regel gar keinen Einfluss auf die Ernährung eines Muskelstückes haben, da sich die Collateralen

1) C. LUDWIG und ALEX. SCHMIDT, Das Verhalten der Gase, welche mit dem Blut durch den reizbaren Säugethiermuskel strömen. Berichte d. math. phys. Classe d. K. S. Ges. d. Wiss. 1869. XX. Bd. p. 29.

auch ganz allmählich den von ihnen geforderten erhöhten hydraulischen Leistungen anpassen können.

3. Eine besondere Eigenthümlichkeit der Muskelgefässe liegt noch in der Art der Maschenbildung. Wenn man einen Muskel zugleich mit dem benachbarten Fascienblatte einbettet, sieht man, dass die Gefässmaschen in der Fascie ziemlich unregelmässig polygonal gestaltet sind, während sie im Muskel alle mehr oder weniger als in der Faserrichtung angeordnete Rechtecke mit abgerundeten Ecken erscheinen. Während die grösseren Gefässe sich weniger streng an die Richtung der Muskelfasern halten, laufen jedenfalls die feineren mit Vorliebe in bez. rechtwinklig zu derselben.

Da man nicht anders annehmen kann, als dass die Gefässe bei ihrer Entwicklung die Wege des relativ geringsten Widerstandes bevorzugen, müssen die letzteren im Muskel in der Faserrichtung resp. senkrecht zu derselben gelegen sein. Die feineren Äste, in denen der geringere Blutdruck herrscht, bevorzugen ja diese Richtungen, während die grösseren mit ihrem höheren Druck nicht so streng daran gebunden sind.

Einen Beweis für besondere in der Bauart des Muskels begründete Eigenthümlichkeiten bietet auch noch die Thatsache, dass sich die Gefässvertheilung in demselben Muskel verschiedener und in den Muskeln beider Körperhälften desselben Individuums auffällig gleicht.

Die genauere mechanische Analyse der einschlagenden Verhältnisse muss späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

4. Die Anlage des Venensystems entspricht in allen ihren Einzelheiten ganz besonders der Anforderung, dass das venöse Blut so leicht und so schnell als möglich aus dem Muskel entfernt wird.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass der Muskel bei Durchleitung von *O*-armem und Erstickungsblut nach kurzer Zeit abstirbt, und zwar genau so, als wenn überhaupt kein Blut durchgeleitet wird¹⁾; die Stoffwechselproducte des Muskels wirken also gewissermassen als Muskelgifte.

Für die beschleunigte Entfernung derselben sorgt einmal das weit verzweigte Netz von Venen, das einen leichten Abfluss nach verschiedenen Seiten hin ermöglicht, und zweitens die zahlreich

1) C. LUDWIG und ALEX. SCHMIDT a. a. O. p. 39.

angebrachten Klappen, die den Strom in die Richtung nach dem Herzen zu zwingen. Bedenkt man dabei noch, dass die Klappen eine ganz erstaunliche Widerstandskraft besitzen, so muss man in diesen Einrichtungen schon genügende Garantien dafür sehen, dass die schädlichen Einflüsse des venösen Blutes nicht in Wirksamkeit treten können.

Dass die Venen sich stets an die Wege halten, welche von den Arterien eingeschlagen werden, ist nach dem, was bei diesen gesagt wurde, leicht verständlich, zumal die Venen für Unterschiede in den Widerständen noch viel empfindlicher sind als jene. Hierher gehört jedenfalls auch die oben erwähnte Beobachtung, dass das spaltförmige Lumen der Venen dann, wenn sie senkrecht zur Faserrichtung laufen, in der Axe derselben angetroffen wird.

5. Der Vollständigkeit wegen muss ich hier noch eine schon früher gemachte Beobachtung erwähnen, welche jetzt ihre Erklärung findet. LUDWIG und SCHMIDT sagen¹⁾: »Ebenso fliesst das Blut oder jede andere der eingespritzten Massen nur durch die der injicirten Arterie entsprechende Vene ab, vorausgesetzt, dass dem Fliessen aus der Vene kein Hinderniss entgegengestellt wird. Unterbindet man dagegen die Vene, welche bis dahin den einzigen Abflussweg darstellte, so entwickelt sich nun auch ein Strom in den anderen Venen desselben Muskels.« Jede grössere Vene entspricht, wie schon aus der gegebenen Darstellung hervorgeht, in allen ihren Verzweigungen der entsprechenden Arterie; das Blut, das durch die Arterie einströmt, fliesst also vornehmlich durch die entsprechende Vene ab. Dabei ermöglicht es aber die grössere Weite der Anastomosen mit den benachbarten Venen, dass nach Verschluss der betreffenden Vene ein Abfliessen nach anderen Gebieten stattfinden kann, wie es bei der Arterie in dem entsprechenden Falle nicht möglich ist.

6. Das Gesetz über die Anordnung der feinsten Arterien und Venen, sowie über Ursprung und Verlauf der Capillaren, scheint dem ganzen thierischen Körper gemeinsam zu sein. Am einfachsten und klarsten, nämlich in der oben mitgetheilten Form, habe ich es beim Kaninchen, und zwar im weissen Muskel, gefunden. Beim Hund ist ebenfalls jede Arterie zwischen zwei Venen gelegen und

1) C. LUDWIG und ALEX. SCHMIDT a. a. O. p. 17.

schickt Capillaren in jede der beiden; jedoch scheinen noch einige Besonderheiten hinzuzukommen in Betreff der Abstände derselben von einander u. s. w., über die erst eine fortgesetzte Untersuchung das Genauere lehren wird. Der rothe Kaninchenmuskel nimmt ebenfalls in gewissen Punkten, auf die z. Th. schon RANVIER¹⁾ aufmerksam gemacht hat, eine Ausnahmestellung ein, über die ich mir ebenfalls weitere Mittheilung vorbehalten muss.

Dass es gelingt, direct unter dem Mikroskop zu beweisen, dass jede Arterie mit jeder benachbarten Vene directe capilläre Verbindungen hat, ist jedenfalls eine sehr interessante Thatsache; ob aber alle Capillaren, die von einer Arterie aus gespeist werden, nach den nächsten Venen Abflüsse haben, ist eine andere Frage, die ich noch nicht entscheiden kann.

Von vorn herein erwartet man nun, dass die Wege von den feinsten Arterien nach den feinsten Venen alle möglichst gleiche Länge haben, damit ohne die Nothwendigkeit besonderer complicirter nervöser Einrichtungen die Blutversorgung überall eine gleichmässige, keine Muskelfaser vor der anderen durch erleichterte Blutzufuhr bevorzugt ist. Allerdings scheinen nun meine Beobachtungen, dass die Länge der Capillaren in verhältnissmässig grossen Grenzen schwanken kann, dem zu widersprechen. Wenn ich die kleinsten und grössten gemessenen Längen von 0,43 mm und 1,35 mm mit einander vergleiche, so ergiebt dies ein Schwanken um das Dreifache. Auch ohne Berücksichtigung der Minima und Maxima ergeben sich erhebliche Unterschiede; es sind von den gemessenen Capillaren

36 %	0,50—0,59 mm,
21,5 -	0,60—0,69 -
14,2 -	0,70—0,79 -
14,2 -	0,80—0,89 -
14,2 -	0,90—0,99 - lang.

Meine Messungen, die alle am M. adductor magnus des Kaninchens angestellt sind, sind aber sicher viel zu gering an Zahl, um schon endgiltige Schlüsse daraus ziehen zu können. Sollten die Längen-

1) RANVIER, Technisches Lehrbuch der Histologie. Übersetzt von NICATI und WYSS. p. 479.

differenzen, namentlich an den Capillaren, die von derselben Arterie nach entgegengesetzten Seiten gehen, sich stets vorfinden, so müsste man allerdings weiter fragen, ob nicht vielleicht noch andere Einrichtungen vorhanden sind, die eine gleichmässige Blutversorgung garantiren, und welche. Oder sind etwa bei den enormen Widerständen, welche der Blutstrom in den Capillaren, und wohl namentlich im Anfangstheil derselben, oder besser gesagt, beim Übergang aus der weiteren Arterie in die enge Capillare findet, diese Längenschiede verhältnissmässig ohne Einfluss?

Auffällig ist besonders auch noch, dass jede Capillare ein oder mehrere Male unter rechtwinkligen Knickungen in andere Ebenen umbiegt. Auf diese Art wird jede Faser, wie schon erwähnt, von mehreren Capillaren versorgt. Auf Querschnitten gut injicirter Muskeln sieht man jede Ecke der mehr oder weniger abgerundeten polygonalen Faserdurchschnitte durch einen Gefässdurchschnitt markirt, abgesehen von den Gefässen, welche längs oder schräg getroffen sind (Taf. III, Fig. 7). An jeder Kante, *sit venia verbo*, einer Muskelfaser läuft also eine Capillare; es ist jedoch selbst auf kürzere Strecken nicht immer dieselbe, sondern verschiedene treten heran, um nach kurzem Verlaufe wieder abzubiegen. Dass auf der Flächenansicht jede Capillarmasche der Breite einer Muskelfaser entspricht, wie schon RANVIER¹⁾ bemerkte, findet so seine Bestätigung. Aus dieser Anordnung, dass die Muskelfaser nicht auf eine oder wenige Capillaren angewiesen ist, sondern mit einer grossen Zahl derselben (wenn man dazu die Faserlänge in Betracht zieht) in Berührung kommt, folgt, dass sie in der sorgfältigsten und peinlichsten Art von allen Seiten her mit dem Blutstrom in Berührung gebracht und vor den schädlichen Folgen von Circulationsstörungen möglichst gehütet ist.

7. Einen wesentlichen Einblick in die verwickelten Stromverhältnisse muss man von der Betrachtung des contrahirten Muskels erwarten. Wenn wir auch vorläufig die Frage unerörtert lassen müssen, ob die mit dem angegebenen Verfahren erzielten Bilder in Bezug auf die Grösse der Veränderungen genau den Verhältnissen am contrahirten Muskel entsprechen, so sehe ich doch keinen Grund ein, daran zu zweifeln, dass die Form der Veränderung genau die

1) RANVIER, a. a. O. p. 479.

gleiche ist. Sie lässt sich am einfachsten dahin zusammenfassen, dass die Gefässe in der Faserrichtung unter Verkleinerung der Abgangswinkel der Äste näher an einander gerückt werden und, soweit dies, wie bei den Capillaren, nicht möglich ist, sich in Wellenform zu legen gezwungen werden. Ich bemerke dabei, dass ich nicht etwa mit Knickungen der Fasern verbundene, unvollständige Contraktionen, sondern präcis und deutlich contrahierte Muskelstücke untersucht habe mit stärker ausgesprochener Querstreifung als am erschlafften Muskel.

Die Formveränderung der Capillaren lässt eine eigenartige Befestigung derselben an der Muskelfaser vermuthen, durch welche die Regelmässigkeit der Bögen erzielt und Knickungen vermieden werden. Dass eine solche vorhanden ist, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man den injicirten Muskel mit 5—10%iger Salpetersäure behandelt, durch die das gröbere Bindegewebe gelockert und die Zerfaserung sehr erleichtert wird. Auch bei gewaltsamer Zerpupfung einzelner Bündel sieht man dann stets den gut isolirten Fasern kleine oder grössere Stücke von Capillaren anhaften, welche genau dieselbe Form und Lage haben wie an vorsichtig zerlegten etwas dickeren Scheibchen. Ohne eine eigenartige Verbindung der Capillaren mit dem Sarcolemm wäre diese Erscheinung nicht zu erklären. Diese Verbindung muss dabei aber auch so beschaffen sein, dass sie die gestreckten Capillaren nicht hindert, sich zu schlängeln und auf der Oberfläche der Faser zu verschieben. Welcher Art diese Befestigung ist, habe ich bis jetzt noch nicht ermitteln können; namentlich hat mich die Anwendung einer neuen scharfen Differenzierungsmethode für elastische Fasern, an deren Betheiligung ich anfangs dachte, nicht zum Ziele geführt.

Die starke Schlängelung der Capillaren macht auch den Unterschied verständlich, den auf dem Querschnitt ein contrahirter Muskel von einem erschlafften bietet (Taf. III, Fig. 8). Dadurch, dass ein grosser Theil der Windungen längs oder schräg getroffen ist, scheinen die einzelnen Fasern geradezu häufig von Gefässschlingen umgeben zu sein, und es offenbart sich ein Gefässreichthum, wie ihn z. B. noch die Leber darbietet. Es erhellt sofort, wie wesentlich für den arbeitenden Muskel eine solche innigere Berührung mit den Capillaren ist.

Die Thatsache, dass die Capillaren sich bei der Contraction schlängeln, der Widerstand in ihnen somit vermehrt wird, scheint im Gegensatz zu stehen mit der experimentell gefundenen, dass der Blutstrom während derselben Zeit eine Beschleunigung erfährt. Meine Präparate legen mir nun die Vermuthung nahe, dass bei der Contraction die Capillaren sich nicht nur schlängeln, sondern auch verkürzen und dadurch an Durchmesser gewinnen; auf diese Weise kann am ehesten der durch die gewellte Form eigentlich bedingte erhöhte Widerstand wieder verringert werden. Auf Durchschnitten contrahirter Muskeln (Taf. III, Fig. 8) sieht man auch häufig, dass die Querschnitte der Capillaren, namentlich derjenigen, die auf der Fläche der Fasern verlaufen, diese eine Kleinigkeit einbuchten, sich also gewissermassen in dem weichen Muskelprotoplasma Rinnen ausgegraben haben.

Leichter verständlich scheint die Thatsache, dass die Hauptbeschleunigung des Blutstromes, und zwar eine ziemlich plötzliche, nach einer Unterbrechung der Muskelcontraction eintritt, d. h. wenn bei fortbestehender Erweiterung der Muskelarterien die Capillaren wieder ihre gestreckte Form angenommen haben, und so der Widerstand in ihnen verringert worden ist.

Genaueres über die letzten Punkte mitzutheilen bin ich leider noch nicht in der Lage, da meine Injectionspräparate, so vollständig sie auch injicirt sind, doch nicht das geeignete Material scheinen, um an ihnen Dickenmessungen mit einiger Genauigkeit vornehmen zu können. Hier, wo es sich darum handelt, möglichst genaue absolute Werthe zu erhalten, sind ganz andere Gesichtspunkte bei der Herstellung der Präparate massgebend als sonst.

Ich will damit schliessen, die Ergebnisse meiner Untersuchungen nochmals kurz zusammenzufassen:

1. Die Arterien bilden im Muskel ein dichtes Netz anastomosirender Gefässe, dessen engste Maschen an Grösse nur wenig von einander differiren und ungefähr Rechtecken gleichen, die mit ihren längeren Seiten vorwiegend in der Faserichtung liegen.

2. Aus den Seiten dieses Netzes gehen meist rechtwinklig zur Faserichtung kleinste Arterien hervor, die den Capillaren beziehent-

lich den letzten vorcapillären Ästchen zum Ursprung dienen. Sie sind je zwischen zwei kleinste, ihnen parallel laufende Venen angeordnet, so dass stets auf eine Arterie eine Vene, auf diese wieder eine Arterie, u. s. w. folgt. Die vorcapillären Ästchen der Arterien sind schlank, gehen in mässig spitzem Winkel von ihrem Stamm ab und bogenförmig in die Faserrichtung über; die ersten Ästchen der entsprechenden Venen sind kurz und weit und entstehen zum Theil aus parallel dem Stamm laufenden Büscheln von Capillaren.

3. Jede solche kleinste Arterie entsendet gleichmässig nach beiden Seiten hin zu den beiden nächstgelegenen Venen eine Anzahl von Capillaren. Die Länge der Capillaren schwankt zwischen 0,5 mm und 1,0 mm; die mittlere Länge beträgt ungefähr 0,7 mm.

4. Im erschlafften Muskel sind die Capillaren langgestreckt, laufen in der Richtung der Fasern an den Kanten derselben und biegen häufig aus einer Ebene in eine andere um. Zwischen den einzelnen Capillaren existiren rechtwinklige Verbindungen. Jede Capillare geht an mehrere Muskelfasern. Jede Kante einer Muskelfaser wird von einer Capillare begleitet, von einer und derselben aber immer nur eine kurze Strecke lang.

5. Im contrahirten Muskel verlaufen die Capillaren mehr oder weniger geschlängelt. Die Berührungsfläche zwischen Muskelfaser und Blutstrom ist wesentlich vergrössert.

6. Die Venen verlaufen (mit der unter 2. erwähnten Ausnahme) stets dicht neben den Arterien, sind einfach angelegt und bis in ihre feinsten Ästchen hinein mit Klappen versehen.

7. Jeder Muskel bildet für den Blutstrom ein in sich abgeschlossenes Ganzes. Die vorhandenen Anastomosen mit den Gefässen des umgebenden Gewebes sind zu fein, als dass sie bei plötzlichem Verschluss eines Astes von Bedeutung sein könnten.

8. Die grosse Anzahl von Anastomosen und die Abwesenheit grösserer Unterschiede in der Weite derselben und überhaupt des gröberen Arteriennetzes sichern die möglichste Gleichmässigkeit von Blutdruck und Geschwindigkeit.

9. Die Anastomosen in einem Muskel zwischen Ästen verschiedener oder derselben Arterie sind alle sehr fein im Verhältniss zu den Hauptstämmen, sind also nicht geeignet, bei plötzlichem Ver-

schluss eines derselben dessen Gebiet mit zu versorgen. Der Ausfall eines kleinen Ästchens, dessen Querschnitt nicht wesentlich grösser ist als diejenige der zu dem betreffenden Gebiet führenden Anastomosen, kann dagegen sehr wohl durch diese mit gedeckt werden.

10. Die rechteckige Maschenbildung ist den Muskelgefässen eigenthümlich, muss also in besonderen durch die Formveränderung bei der Contraction bedingten hydraulischen Verhältnissen begründet sein.

11. Die Anlage des Venensystems entspricht der Anforderung, dass die Stoffwechselproducte des Muskels so leicht und vollständig als möglich aus dem Muskel entfernt werden können.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 4. Linker hinterer Abschnitt des Zwerchfelles eines Hundes, von oben gesehen. Vergr. 2. Nach Photographie gezeichnet.

IX, X, XI und XII bezeichnet die entsprechenden Rippen mit den betreffenden Aa. intercostales.

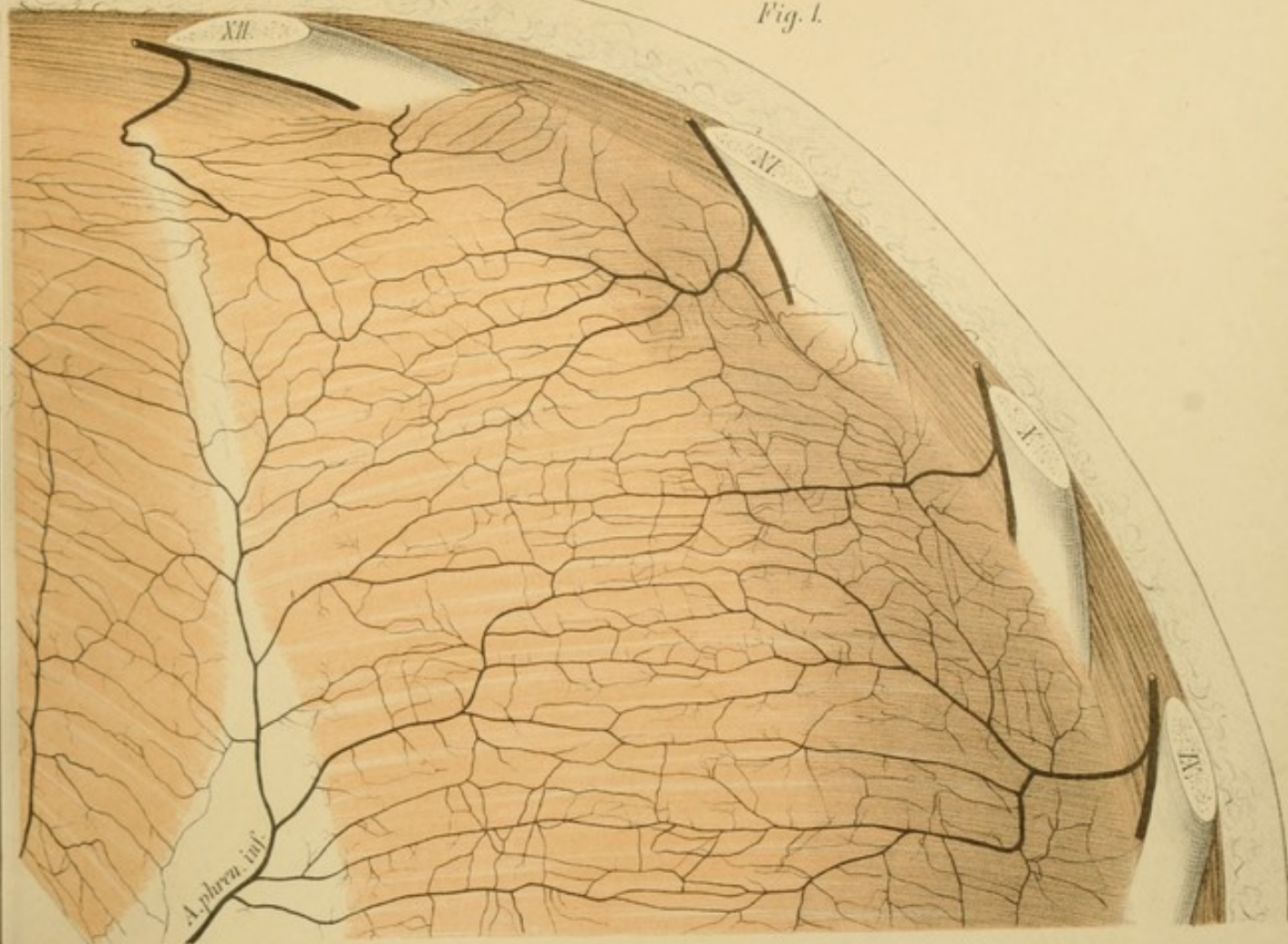
Fig. 2. Ein Stück aus einem rechtseitigen M. transversus abdominis eines Hundes. Vergr. 2.

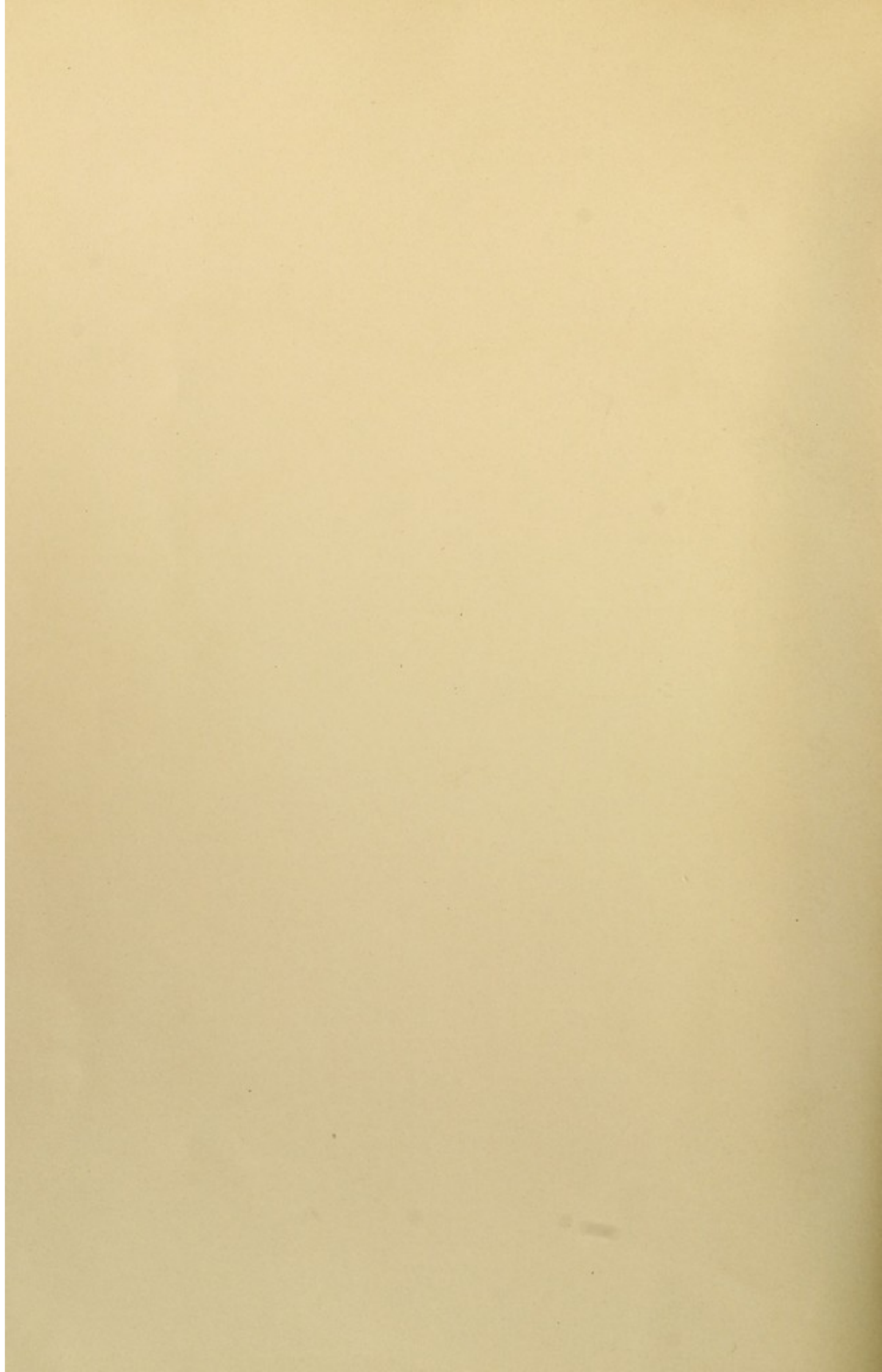
il Ausläufer der A. iliolumbalis.

ic, ic, ic Äste der unteren Aa. intercostales, resp. der Aa. lumbales.

ep Ast der A. epigastrica inferior.

Fig. 1.







Tafel II.

Fig. 3. Endäste der Arterien und Venen. Stück aus dem M. adductor magnus des Kaninchens. Venen roth, Arterien schwarz.

LEITZ, Obj. III, Oc. 4.

Fig. 4. Arterieller Endast zwischen zwei venösen Endästen. Die Arterie enthält im weiteren Theil schwarze, im engeren rothe Masse. Venen roth. Aus demselben Muskel wie Fig. 3.

LEITZ, Obj. III, Oc. 4.

Fig. 3.

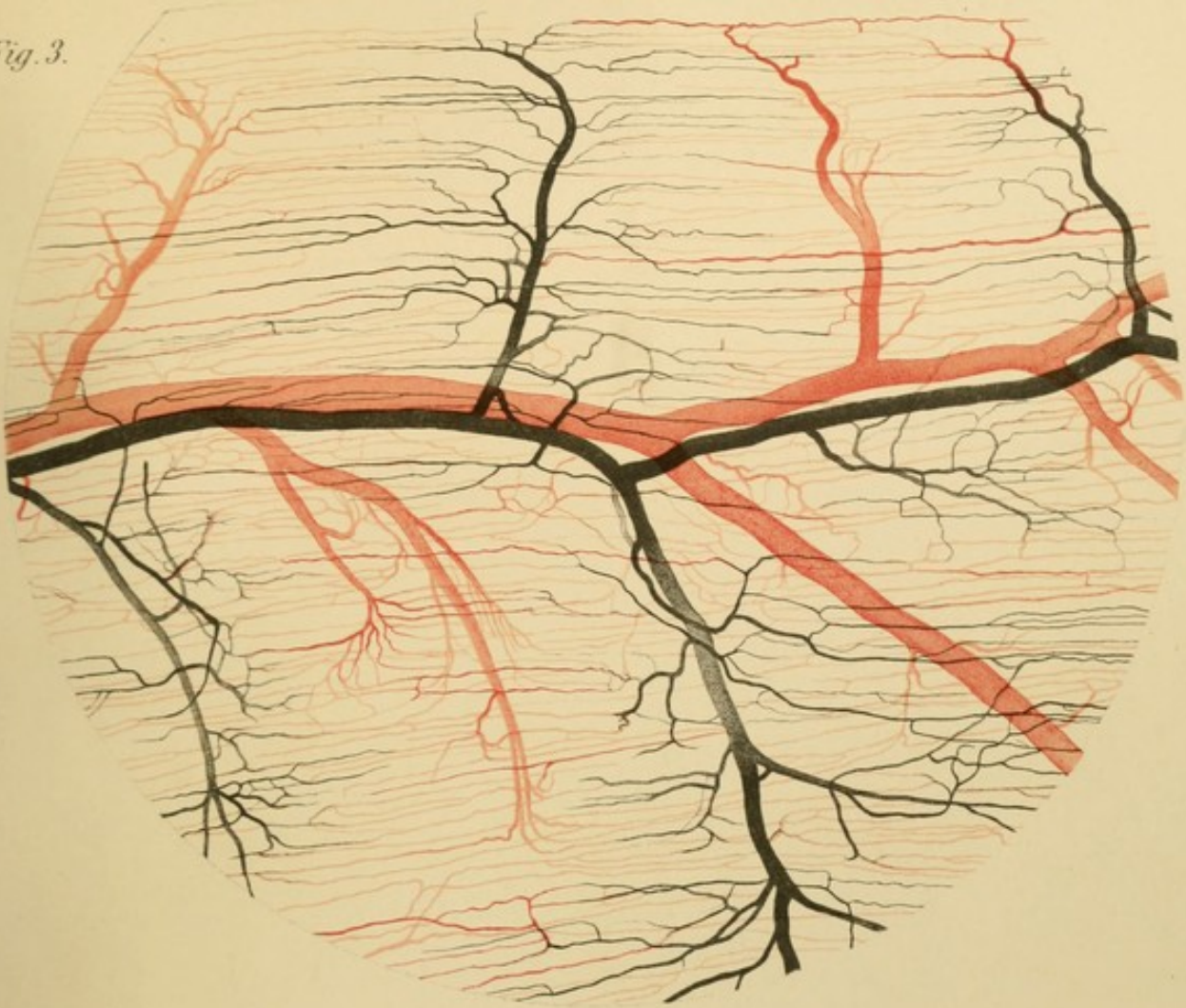
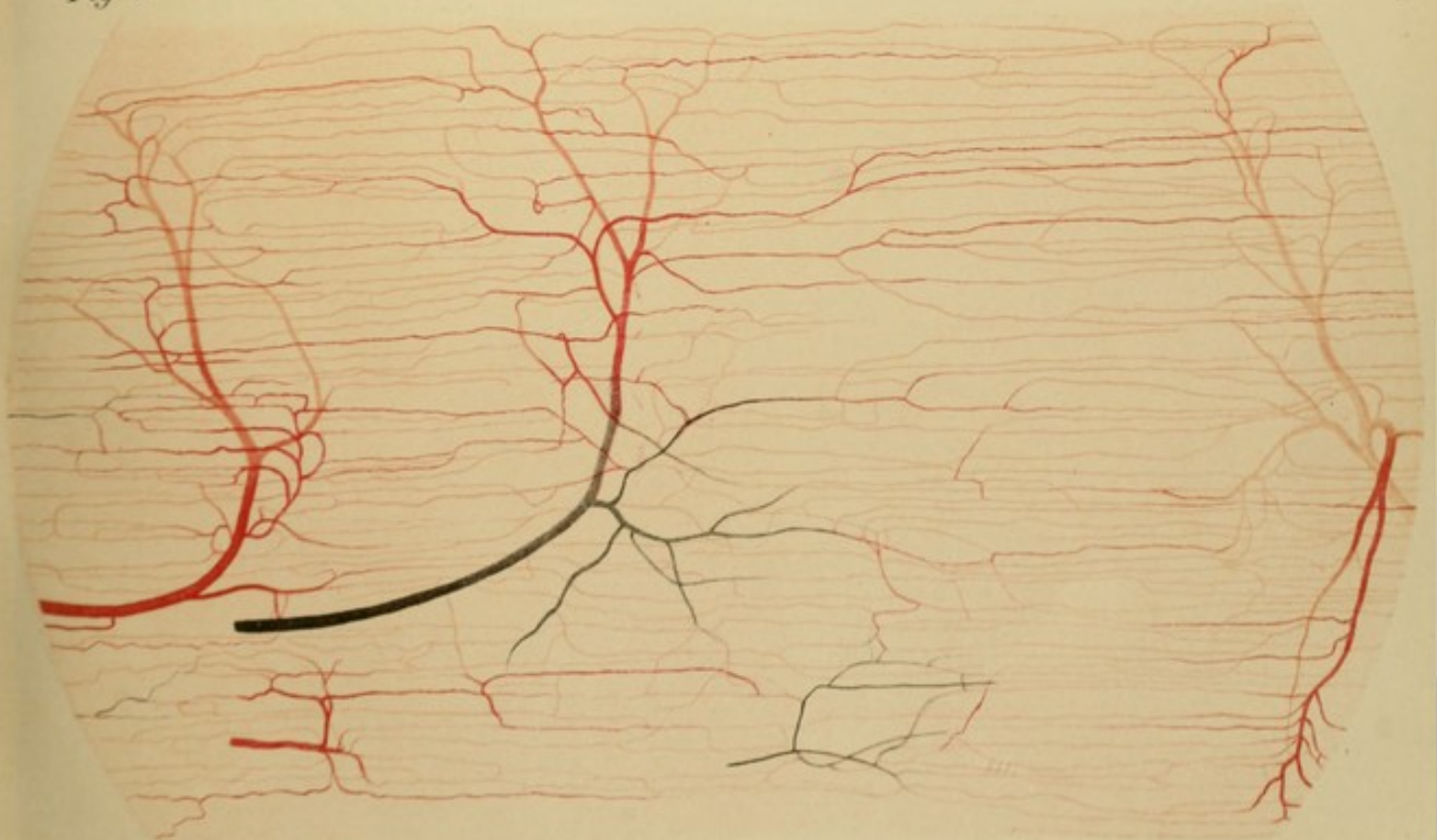
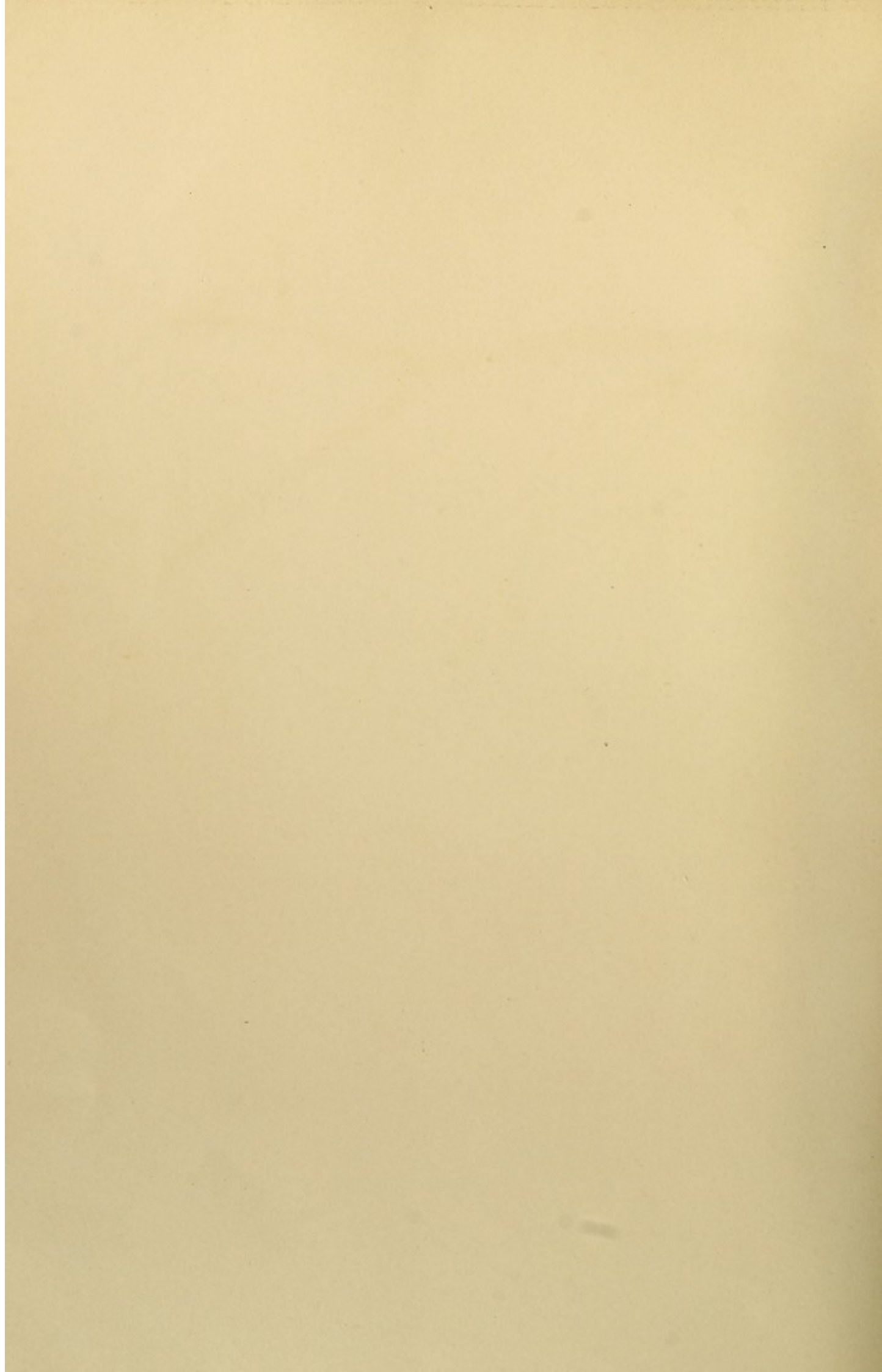
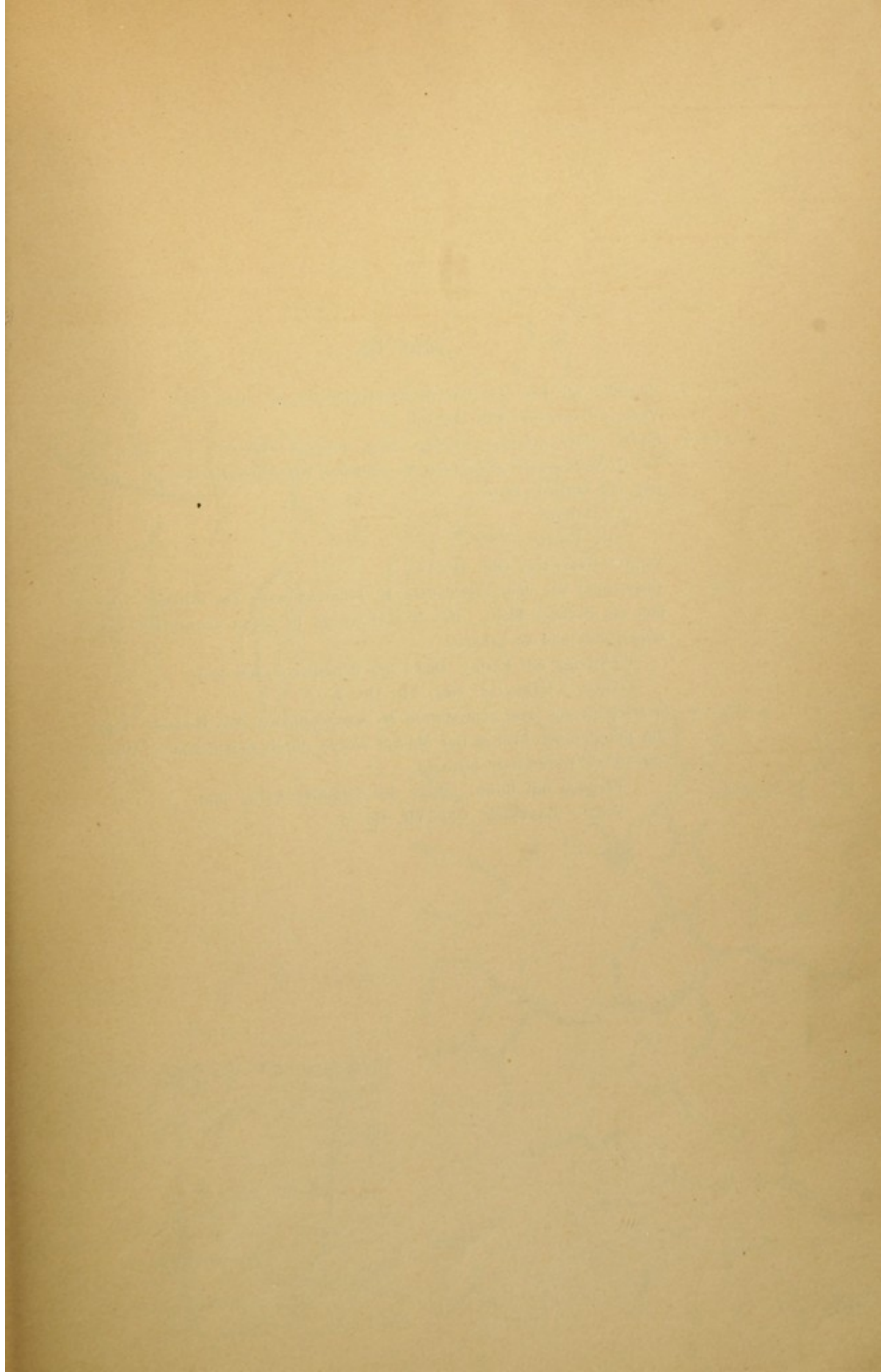


Fig. 4.







Tafel III.

Fig. 5. Dasselbe wie Fig. 4. Das Arterienstämmchen ist abgerissen.

Vergr.: HARTNACK, Obj. IV, Oc. 3.

Fig. 6. Endast einer Arterie zwischen zwei venösen Endästen aus einem bei 50° C. wärmestarr gemachten *M. gemellus surae* des Kaninchens. Injection mit Berliner Blau.

A Arterie.

VV Venen.

Vergr.: HARTNACK, Obj. IV, Oc. 3.

Fig. 7. Querschnitt aus dem erschlafften *M. semitendinosus* des Hundes. Injection mit Berliner Blau. Der Muskel wurde in seiner natürlichen Länge aufgespannt und so gehärtet.

Färbung mit Eosin. Dicke des Schnittes 2/300 mm.

Vergr.: HARTNACK, Obj. VII, Oc. 3.

Fig. 8. Querschnitt aus dem contrahirten *M. semitendinosus* des Hundes. Injection mit Berliner Blau. Der Muskel wurde durch Eintauchen in Wasser von 50° C. wärmestarr gemacht.

Färbung mit Eosin. Dicke des Schnittes 2/300 mm.

Vergr.: HARTNACK, Obj. VII, Oc. 3.



Fig. 5.

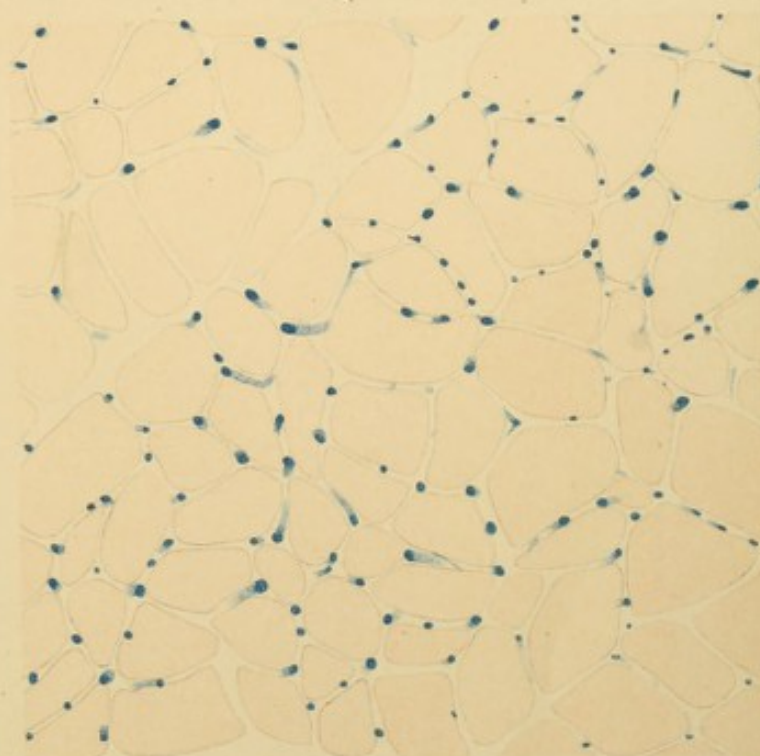


Fig. 7.

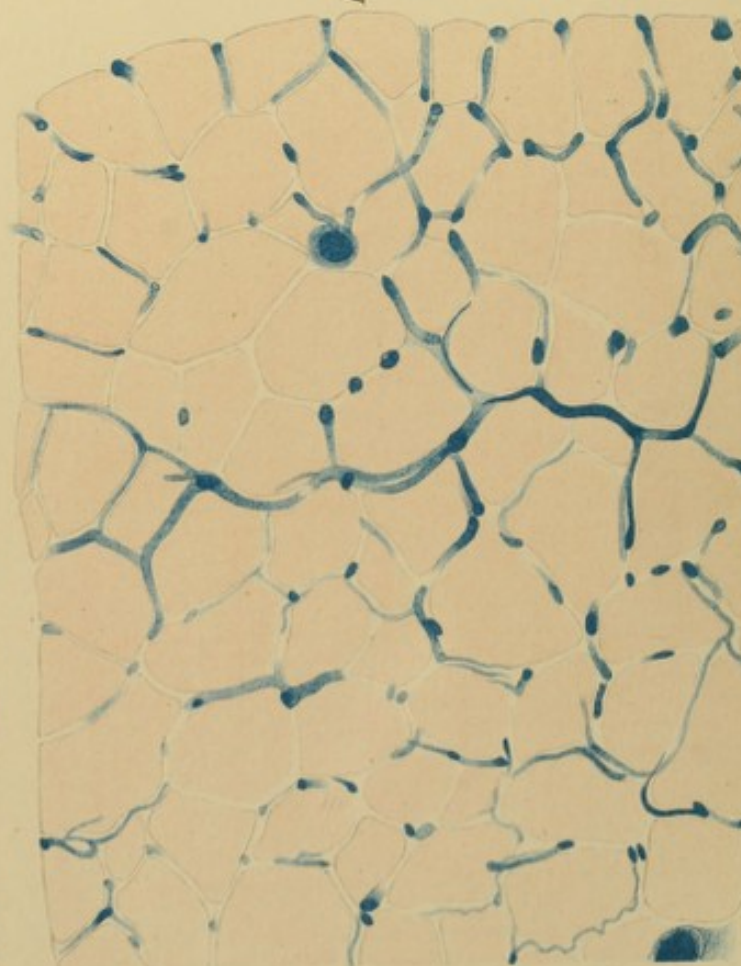


Fig. 8.

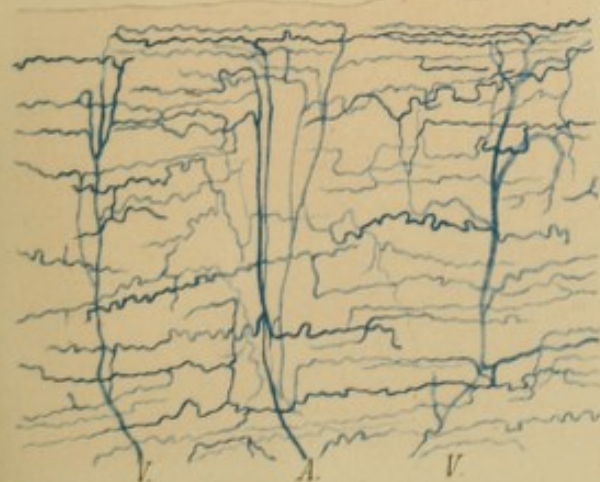
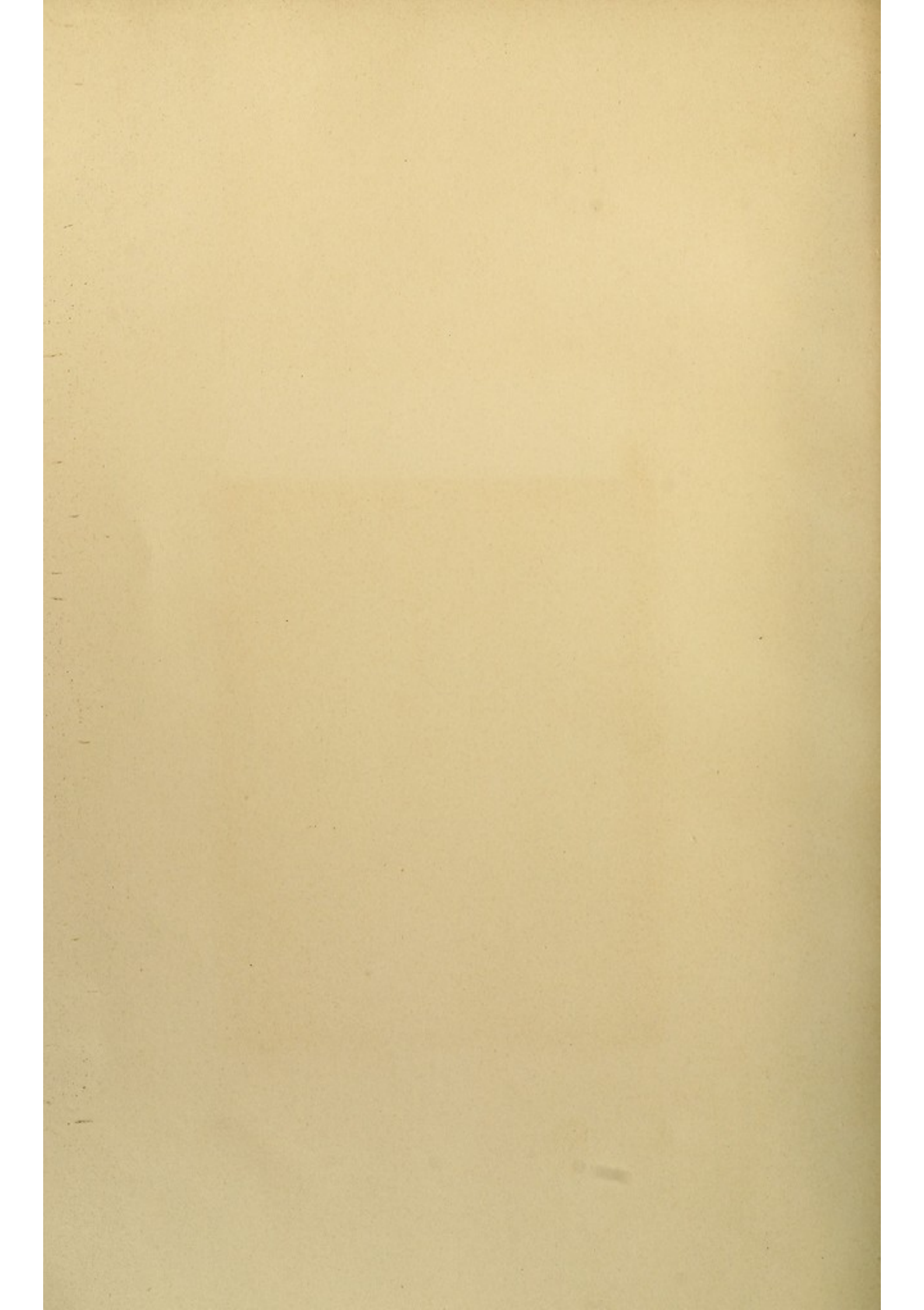
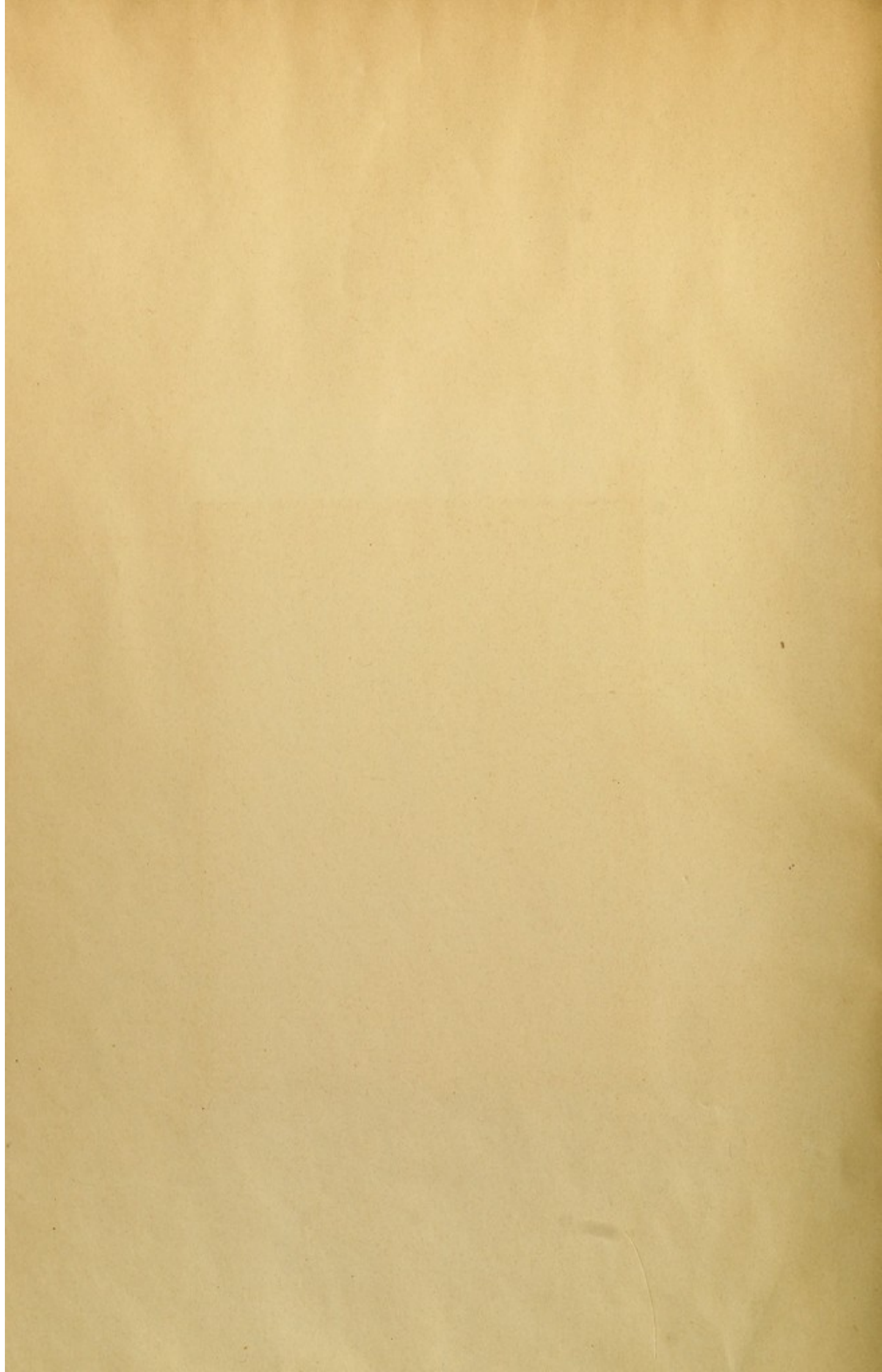


Fig. 6.







QM571

Spl

Spalteholz

Die vertheilung der blutgefäße im
muskel.

SITZUNGSBERICHTE DER KÖNIGL. SÄCHSISCHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN.

KLEINERE ABHANDLUNGEN.

BERICHTE über die Verhandlungen der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig.
Erster Band. Aus den Jahren 1846 und 1847. Mit Kupfern. gr. 8. 12 Hefte.

— Zweiter Band. Aus dem Jahre 1848. Mit Kupfern. gr. 8. 6 Hefte.

Vom Jahre 1849 an sind die Berichte der beiden Classen getrennt erschienen.

- Mathematisch-physische Classe. 1849 (3) 1850 (3) 1851 (2) 1852 (2) 1853 (3) 1854 (3) 1855 (2) 1856 (2) 1857 (3) 1858 (3) 1859 (4) 1860 (3) 1861 (2) 1862 (1) 1863 (2) 1864 (1) 1865 (1) 1866 (5) 1867 (4) 1868 (3) 1869 (4) 1870 (5) 1871 (7) 1872 (4 mit Beiheft) 1873 (7) 1874 (5) 1875 (4) 1876 (2) 1877 (2) 1878 (1) 1879 (1) 1880 (1) 1881 (1) 1882 (1) 1883 (1) 1884 (2) 1885 (3) 1886 (4 mit Supplement) 1887 (2).
- Philologisch-historischen Classe. 1849 (5) 1850 (4) 1851 (5) 1852 (4) 1853 (5) 1854 (6) 1855 (4) 1856 (4) 1857 (2) 1858 (2) 1859 (4) 1860 (4) 1861 (4) 1862 (1) 1863 (3) 1864 (3) 1865 (1) 1866 (4) 1867 (2) 1868 (3) 1869 (3) 1870 (3) 1871 (1) 1872 (1) 1873 (1) 1874 (2) 1875 (2) 1876 (1) 1877 (2) 1878 (3) 1879 (2) 1880 (2) 1881 (2) 1882 (1) 1883 (2) 1884 (4) 1885 (4) 1886 (2) 1887 (5).

Jedes Heft der Berichte ist einzeln zu dem Preise von 1 $\mathcal{M}$ zu haben.

SCHRIFTEN

DER FÜRSTLICH-JABLONOWSKI'SCHEN GESELLSCHAFT ZU LEIPZIG.

ABHANDLUNGEN bei Begründung der K. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften am Tage der 200jährigen Geburtsfeier Leibnizens herausgegebenen von der Fürstl. Jablonowski'schen Gesellschaft. Mit dem Bildnisse von Leibniz in Medaillon und zahlreichen Holzschn. und Kupfertaf. 61 Bogen in hoch 4^o. 1846. broch. Preis 15 $\mathcal{M}$.

PREISSCHRIFTEN gekrönt und herausgegeben von der Fürstlich Jablonowski'schen Gesellschaft.

1. H. GRASSMANN, Geometrische Analyse geknüpft an die von Leibniz erfundene geometrische Charakteristik. Mit einer erläuternden Abhandlung von A. F. Möbius. (Nr. I der math.-naturw. Sect.) hoch 4. 1847. 3 $\mathcal{M}$.
2. H. B. GEINITZ, Das Quadergebirge oder d. Kreideformation in Sachsen, mit Berücks. der glaukonitreichen Schichten. Mit 1 color. Tafel. (Nr. II d. math.-naturw. Sect.) hoch 4. 1850. 1 $\mathcal{M}$ 60 $\mathcal{S}$.
3. J. ZECH, Astronomische Untersuchungen über die Mondfinsternisse des Almagest. (Nr. III d. math.-naturw. Sect.) hoch 4. 1851. 1 $\mathcal{M}$.
4. J. ZECH, Astron. Untersuchungen üb. die wichtigeren Finsternisse, welche v. d. Schriftstellern des class. Alterthums erwähnt werden. (Nr. IV d. math.-naturw. Sect.) hoch 4. 1853. 2 $\mathcal{M}$.
5. H. B. GEINITZ, Darstellung der Flora des Hainichen-Ebersdorfer und Flöhaer Kohlenbassins. (Nr. V d. math.-naturw. Sect.) hoch 4. Mit 14 Kupfertafeln in gr. Folio. 1854. 24 $\mathcal{M}$.
6. TH. HIRSCH, Danzigs Handels- und Gewerbsgeschichte unter der Herrschaft des deutschen Ordens. (Nr. I der historisch-nationalökonomischen Sect.) hoch 4. 1855. 8 $\mathcal{M}$.
7. H. WISEMANN, Die antike Landwirtschaft und das von Thünensche Gesetz, aus den alten Schriftstellern dargelegt. (Nr. II d. hist.-nat. ök. Sect.) hoch 4. 1859. 2 $\mathcal{M}$ 40 $\mathcal{S}$.
8. K. WERNER, Urkundliche Geschichte der Iglauer Tuchmacher-Zunft. (Nr. III d. hist.-nat. ök. Sect.) hoch 4. 1861. 3 $\mathcal{M}$.
9. V. BOHMERT, Beiträge zur Geschichte d. Zunftwesens. (Nr. IV d. hist.-nat. ök. Sect.) hoch 4. 1862. 4 $\mathcal{M}$.
10. H. WISEMANN, Darstellung der in Deutschland zur Zeit der Reformation herrschenden nationalökonomischen Ansichten. (Nr. V d. hist.-nat. ök. Sect.) hoch 4. 1862. 4 $\mathcal{M}$.
11. E. L. ETIENNE LASPEYRES, Geschichte der volkswirtschaftl. Anschauungen der Niederländer und ihrer Litteratur zur Zeit der Republik. (Nr. VI d. hist.-nat. ök. Sect.) hoch 4. 1863. 8 $\mathcal{M}$.
12. J. FIKENSCHER, Untersuchung der metamorphischen Gesteine der Lunzenauer Schieferhalbinsel. (Nr. VI d. math.-naturw. Sect.) hoch 4. 1867. 2 $\mathcal{M}$.
13. JOH. FALKE, Die Geschichte des Kurfürsten August von Sachsen in volkswirtschaftlicher Beziehung. (Nr. VII d. hist.-nat. ök. Sect.) hoch 4. 1868. 8 $\mathcal{M}$.
14. B. BÜCHSENSCHÜTZ, Die Hauptstätten des Gewerbfleißes in classischen Alterthume. (Nr. VIII d. hist.-nat. ök. Sect.) hoch 4. 1869. 2 $\mathcal{M}$ 50 $\mathcal{S}$.
15. H. BLÜMNER, Die gewerbliche Thätigkeit der Völker des classischen Alterthums. (Nr. IX d. hist.-nat. ök. Sect.) hoch 4. 1869. 4 $\mathcal{M}$.
16. H. ENGELHARDT, Flora der Braunkohlenformation im Königreich Sachsen. (Nr. VII d. math.-naturw. Sect.) Mit 15 Tafeln. hoch 4. 1870. 12 $\mathcal{M}$.
17. H. ZEISSBERG, Die polnische Geschichtsschreibung des Mittelalters. (Nr. X d. hist.-nat. ök. Sect.) hoch 4. 1873. 12 $\mathcal{M}$.
18. A. WANGERIN, Reduction der Potentialgleichung für gewisse Rotationskörper auf eine gewöhnliche Differentialgleichung. (Nr. VIII d. math.-naturw. Sect.) hoch 4. 1875. 1 $\mathcal{M}$ 20 $\mathcal{S}$.
19. A. LESKIEN, Die Declination im Slavisch-Litauischen und Germanischen. (Nr. XI d. hist.-nat. ök. Sect.) hoch 4. 1876. 5 $\mathcal{M}$.
20. R. HASENCAMP, Ueber den Zusammenhang des lettoslavischen und germanischen Sprachstammes. (Nr. XII d. hist.-nat. ök. Sect.) hoch 4. 1876. 3 $\mathcal{M}$.
21. R. PÖHLMANN, Die Wirthschaftspolitik der Florentiner Renaissance und das Princip der Verkehrsfreiheit. (Nr. XIII d. hist.-nat. ök. Sect.) hoch 4. 1878. 4 $\mathcal{M}$ 20 $\mathcal{S}$.
22. A. BRÜCKNER, Die slavischen Ansiedelungen in der Altmark und im Magdeburgischen. (Nr. XIV d. hist.-nat. ök. Sect.) hoch 4. 1879. 4 $\mathcal{M}$ 20 $\mathcal{S}$.
23. F. O. WEISE, Die Griechischen Wörter im Latein. (Nr. XV d. hist.-nat. ök. Sect.) hoch 4. 1882. 18 $\mathcal{M}$.
24. R. PÖHLMANN, Die Uebersiedelung der antiken Grossstädte im Zusammenhange mit der Gesamtentwicklung städtischer Civilisation dargestellt. (Nr. XVI d. hist.-nat. ök. Sect.) hoch 4. 1884. 4 $\mathcal{M}$ 20 $\mathcal{S}$.
25. E. HASSE, Geschichte der Leipziger Messen. (Nr. XVII d. hist.-nat. ök. Sect.) hoch 4. 1885. 15 $\mathcal{M}$.
26. K. ROHN, Die Flächen vierter Ordnung hinsichtlich ihrer Knotenpunkte und ihrer Gestaltung. Mit 2 Tafeln. (Nr. IX d. math.-naturw. Sect.) hoch 4. 1886. 2 $\mathcal{M}$.

Leipzig.

S. Hirzel.