

Ueber den Musculus Dilatator Pupillae bei Säugethieren, Menschen und Vögeln.

Von

Johann Dogiel.

Hierzu Tafel VII.

Durch die Gegenwart zweier Muskeln in der Iris, deren Fasern nach zwei Richtungen, nach einer ringförmigen (sphincter pupillae) und einer radialen (dilatator pupillae) gehen, kann der Mechanismus der Irisbewegung erklärt werden. Da sich diese beiden Muskeln unter der Wirkung verschiedener Nerven befinden, so ruft ihre Contraction eine Schwankung in der Grösse der Pupille hervor.

Viele Gelehrte haben sich mit der anatomischen Seite dieser Frage beschäftigt und einige kamen zu positiven, andere zu negativen Resultaten über die Existenz, den Ursprung und die Insertion des Musculus Dilatator Pupillae bei Menschen, Säugethieren und Vögeln.

Brücke sagt: »Der Erweiterer der Pupille, M. dilatator pupillae, entspringt an der inneren Fläche der glasartigen Lamelle der Hornhaut nahe dem Bande derselben seine Fasern lassen die grossen Gefässe und Nerven der Blendung zwischen sich durchtreten und verlaufen dann hinter denselben zum Pupillarrande, bis sie sich in dem Verengerer der Pupille verlieren. Bei ihrer Zusammenziehung erweitern sie die Pupille.«

Kölliker, welcher den Dilatator Pupillae weisser Kaninchen untersucht und eine Abbildung davon gegeben hat, glaubt, dass dieser Muskel nahe am Ciliarrande und aus der Iris selbst seinen Anfang nimmt. Nach der Meinung desselben Gelehrten besteht der Dilatator aus engen Muskelbündeln, die eins vom andern geschie-

den zwischen den Blutgefässen hinlaufen und sich mehr nach der hinteren Fläche der Iris richten.

Wenn einerseits Brücke's, Kölliker's, Henle's, Merkel's und Hüttenbrenner's Untersuchungen die Gegenwart des Muculus Dilator Pupillae bei Säugethieren und beim Menschen bestätigen, so konnten andererseits Mayer, Baumgärtner, Lister und Grünhagen sich nicht davon überzeugen.

Die grösste Anzahl der Forscher fand den Erweiterer der Pupille bei Vögeln entweder gar nicht, oder erkannte seine Existenz nur bei einigen Vogelgattungen an.

H. Müller, dessen Untersuchungen über den Musculus Dilator Pupillae bei Vögeln als die besten betrachtet werden können, erklärt seine Gegenwart in der Vogeliris als allgemeine Regel. Er sagt: »Hiernach scheint es fast, dass die Anwesenheit eines quergestreiften Dilators eine allgemeine Regel bei Vögeln ist.« Doch gelang es diesem Gelehrten nicht, die Richtung der Muskelfasern des Erweiterers der Pupille genau zu untersuchen und ihre Anfang- und Endstelle zu zeigen.

Muck fand nie die geringste Spur dieses Muskels in der Iris der Vögel; v. Wittich meint aber, dass die radialen Bündel der Iris, welche man beim Kaninchen und bei dem Seeadler findet und die als Muskelfasern des Dilators angenommen werden könnten, nur grössere Nervenstämmchen sind. Weiter sagt dieser Gelehrte: »Ich glaube daher entschieden das Vorhandensein eines Dilator Pupillae hier in Abrede stellen zu müssen.«

Grünhagen verneint vollständig die Gegenwart dieses Muskels im Auge der Säugethiere und des Menschen, konnte ihn aber auch nicht bei einigen Vögeln finden: »Wir haben, sagt er, einen quergestreiften Dilator pupillae gesucht und gefunden in der Iris des Huhns, des kleinen Würgers, dagegen in der von Gänsen, Eulen, Schnepfen, Wachteln vermisst. Ueberall ist er indessen nur spärlich entwickelt.«

Endlich in neuerer Zeit fand And. v. Hüttenbrenner den Musculus Dilator Pupillae bei Hühnern, Gänsen, Drosseln, Raben, beim Landadler, bei den Tauben, Schnepfen, Rebhühnern, Wildenten und Eulen.

Aus allem hier Gesagten kann man schliessen, dass die Existenz des Dilators bei Vögeln denselben verschiedenen Voraussetzungen

unterworfen war, wie der gleichnamige Muskel der Säugethiere und des Menschen. Kölliker's, H. Müller's und Hüttenbrenner's Untersuchungen beweisen seine Gegenwart in der Iris der Vögel; aber Muck, v. Wittich, wie theils auch Grünhagen und andere, wollen die Meinung dieser Gelehrten nicht annehmen.

Einige Forscher, welche die Existenz des Musculus Dilator Pupillae verleugnen, strebten selbst den Mechanismus der Irisbewegung durch die Verengerung oder die Erweiterung ihrer Blutgefäße zu erklären.

Ueber diese Frage sind viele Forscher wahrscheinlich darum in ihren Meinungen uneinig geworden, weil sie bei Untersuchungen über den Bau der Iris auf viele Schwierigkeiten stossen mussten. Solche Schwierigkeiten kann man überhaupt der Gegenwart des sich in den meisten Thieraugen befindlichen schwarzen Pigments, dem Bindegewebe, einer Menge Blutgefäße und anderen Elementen, aus welchen die Iris gebildet ist, zuschreiben.

Einige meinen sogar, dass, indem die glatten Muskelfasern des Dilator Pupillae leicht mit solchen Fasern der Blutgefäße, oder sogar mit dem Epithelium der hinteren Fläche der Iris verwechselt werden können, dadurch die erwähnten Untersuchungen beim Menschen und bei den Säugethieren nur noch mehr verwickelt werden.

Um die Frage über die Existenz des Musculus Dilator Pupillae zu lösen, ist es durchaus nothwendig, die Methoden, durch welche die so eben beschriebenen Schwierigkeiten entfernt werden können, zu berücksichtigen. Man hat sich bemüht, das Pigment der Iris entweder ganz zu entfernen, oder zu entfärben; man nahm auch zum Versuche solche Augen, wo die Iris kein Pigment enthielt, wie die Augen weisser Kaninchen, weisser Mäuse und blaue Menschenaugen. v. Wittich benutzte Chlor, um das Pigment der Iris zu entfärben; Merkel macerirte sie einige Tage in Oxalsäurelösung und entfernte vorsichtig das Pigment mittelst eines Pinsels.

Um theils das Bindegewebe zu lösen, die Muskelfasern durchsichtig zu machen und sie zu isoliren, hat man zu verschiedenen Zeiten folgende Mittel angewendet: 1) Essigsäure (2—5%), 2) Salpetersäure (20%), 3) Aetzkali (32%), 4) Maceration in Jodserum und 5) Behandlung mit verdünnter Chromsäurelösung (0,01, 0,05%). In neuerer Zeit wurde als Tingirungsmittel Chlorpalladium und Pikrinsäure vorgeschlagen. Hüttenbrenner hat die doppelte Fär-

bung der Iris mit carminsaurem Ammoniak und Pikrinsäure in etwas modificirter Weise angewendet, indem er sie voraus mit Terpentinöl bearbeitete und die Pikrinsäure in absolutem Alkohol auflöste. Dieser Gelehrte glaubt, dass es genüge, eine Doppelfärbung mit Carmin und Pikrinsäure in Wasser gelöst, anzuwenden, um das Epithel der Iris von den Muskelfasern zu unterscheiden.

Ich habe meine Untersuchungen mit den Augen des Menschen (Erwachsener und Kinder), der Kälber, Hunde, Katzen, Schweine, Pferde, weisser Kaninchen und Mäuse angestellt; auch mit Vögeln: Eulen, Gabelgeiern, Dohlen, Hühnern, Enten, Truthühnern, Gänsen, Tauben, Lerchen und Zeisigen. Ich nahm gern Augen junger Thiere, bei welchen das Bindegewebe weniger dicht, als bei Erwachsenen ist; ausserdem halte ich für sehr zweckmässig Augen solcher Individuen wo die Iris gar kein Pigment enthält (weisse Kaninchen) oder auch solcher, wo dieses Pigment vermittelst eines Pinsels leicht entfernt werden kann (Kinder, Dohlen u. s. w.), zu gebrauchen.

Bevor ich meine Untersuchungsmethode zur Darstellung bringe, muss ich noch bemerken, dass, obwohl man sich über die Existenz der Muskelfasern, welche den Erweiterer der Pupille bilden, durch alle Verfahungsmittel, die vorgeschlagen waren, um die glatten Muskelfasern allgemein zu entdecken, überzeugen kann, doch die Erfahrung mir gezeigt hat, dass sie alle zu unvollkommen sind und zum rechten Ziele nicht führen.

Nach den früheren Methoden war es beinahe unmöglich, genau zu beweisen, ob der Uebergang der glatten Muskelfasern des Sphincter Pupillae in der Dilatator (Kölliker's Krümmungen) wirklich aus diesen Fasern besteht, oder ob die durch diesen Weg hervorge-rufene Schilderung zu den Blutgefässen, die hier auch Schlingen bilden, gehört.

Wenn Chlorpalladium und Pikrinsäure die glatten Muskelfasern färben, so färben sie zu gleicher Zeit, jede nach der Reihe, die Muskelfasern der Blutgefässe; ausserdem, obwohl der gewünschte Zweck mehr oder weniger erfolgreich erreicht werden kann durch schwache Auflösungen dieser beiden Mittel, die erhaltenen Abbildungen des Musculus Dilatator Pupillae kommen meistens nicht ganz deutlich heraus. Durch stärkere Färbung färben sich auch andere Elemente, die dem Bau der Iris angehören.

Obgleich die von Merkel vorgeschlagene Methode, das schwarze Pigment durch anhaltende Maceration in Oxalsäure zu entfernen,

einigen Nutzen bringt, so wird doch die auf diese Weise behandelte Iris sehr locker und dadurch für Durchschnitte untauglich.

Meine besten Präparate des Dilator Pupillae des Menschen und der Säugethiere muss ich folgendem Verfahren zuschreiben.

Die zur Untersuchung ausgeschnittene Iris eines Säugethieres lege ich auf einige und sogar auf 12 Stunden in starke Essigsäure, oder auf einige Tage bis zu einer Woche in dieselbe, aber verdünnte Säure; dann nehme ich die Iris heraus, reinige sie vorsichtig mit einem Pinsel und zerspalte sie mit der Spitze eines Scalpell's, was bei gewisser Fertigkeit recht gut gelingt. Durch die Operation entfernt man von der vorderen Fläche der Iris das Bindegewebe und die vordere Schicht der Blutgefässe; von der hinteren aber theils das Bindegewebe, die Blutgefässe, das Pigment und andere Elemente, welche den Gang der glatten Muskelfasern des Dilator in der Iris verdunkeln. Auf diese Weise gelingt es nicht selten, Bündel glatter Muskelfasern ganz geschieden von den übrigen Elementen der Iris als bedeutend grosse Lamellen zu bekommen, was mir am besten mit der Iris von Kälbern und Hunden gelungen ist.

Wenn man das Pigment von der hinteren Fläche der Iris entfernen will, muss man ausserordentlich vorsichtig verfahren, indem selbst die Schicht, wo sich der Dilator befindet, leicht entfernt werden kann. Nachdem ich die über dem erwähnten Muskel liegende Schicht entfernt habe, färbe ich die übrig gebliebene Schicht der Iris mit Carminauflösung, wodurch die Kernbildungen der glatten Muskelfasern erst undeutlich erscheinen, allein recht deutlich hervorkommen, sobald das mit Carmin gefärbte Präparat noch einmal auf einige Stunden in verdünnte und mit Glycerin vermischte Essigsäure gelegt wird.

Anstatt die Iris mit Essigsäure aufzulockern und zu zerspalten, kann man sie vermittelst Chromsäure (0,01%), oder Goldchloridlösung (0,1%), oder Chlorpalladium dichter machen und auch in Schichten zerspalten.

Die glatten Muskelfasern mit ihren stäbchenförmigen, charakteristischen Kernen in der Iris der Säugethiere und des Menschen gelingt es leichter zu bemerken, sobald sie vorsichtig vermittelst eines Pinsels gereinigt, dann auf kürzere oder längere Zeit entweder in eine der Moleschott'schen Mischungen (Essigsäure oder Kali), oder in Chromsäure (0,01%), oder auch in Goldchloridlösung, gelegt werden; ich meinerseits aber habe viel besser Folgendes gebraucht.

Ich lege die Iris (weisser Kaninchen und auch anderer Thiere) auf einige Stunden in starke Essigsäure und färbe sie mit einer angesäuerten Mischung von Carmin und Glycerin, wonach die Färbung der glatten Muskelfaserkerne rasch vor sich geht. Dieses Verfahren hat den Vortheil vor den früheren, dass hier, ausser den Muskelfasern, noch die Blutgefässe mit ihren kleinsten Verzweigungen hervorkommen. Jetzt kann man die Blutgefässe von den glatten Muskelfasern leicht unterscheiden und die Kerne der Ersteren können nicht mit den Letzteren verwechselt werden; diese Methode kann gebraucht werden, um die Verhältnisse der Fasern des Dilatator zu den Blutgefässen und Nerven zu demonstrieren, indem auch diese letzteren recht schnell durch dieses Mittel zum Vorschein kommen. Solche Präparate bewahre ich gewöhnlich in Glycerin auf.

An diesen eben von mir beschriebenen Präparaten bemerkt man, dass die Muskelbündel der glatten Muskelfasern des Erweiterers der Pupille, welche in verschiedenen Höhen von solchen Bündeln des Verengerers der Pupille abstammen, sich zwischen den Blutgefässen von vorne nach hinten hinziehen. Die Bündel des Dilatator verzweigen sich dabei auf ihrer Bahn und diese Verzweigungen verbinden sich an einigen Stellen mit anderen Muskelbündeln desselben Muskels und endigen am Ciliarring.

Obwohl die hier beschriebenen Bündel des Musculus Dilatator Pupillae ihren Anfang auf der Vorderfläche der Iris haben, gehen sie doch alle an die Hinterfläche derselben über und liegen fast unmittelbar unter der Schicht, welche die hintere Fläche des Pigments bedeckt.

Die Anordnung der glatten Muskelfaserkerne des Dilatator entspricht der Richtung der Muskelfasern; an der Uebergangsstelle in den Sphincter der Pupille gehen sie nach und nach in eine circuläre Richtung über. Diese Kerne kann man von denjenigen, welche sich in den Wänden der Iris-Blutgefässe befinden, sowohl nach ihrer Grösse, als nach ihrer Form und Menge, leicht unterscheiden.

Wenn wir durch Zerspaltung der Iris in Schichten von vorne her das Bindegewebe und die Blutgefässe, von hinten aber das Pigment und andere der Iris zugehörige Elemente entfernt haben, so können wir die einzelnen Bündel der glatten Muskelfasern als ziemlich breite Streifen des Dilatator Pupillae vollständig isoliren; wenn wir uns auf diese Thatsachen gründen wollen, so können wir mit Recht

die Existenz des Musculus Dilatator Pupillae bei Säugethieren und beim Menschen bestätigen.

Solche Isolirung der einzelnen Muskelbündel des Dilatator konnte ich am Besten in der Iris des Hundes und Kalbes erzeugen. Obwohl diese Bündel als sehr feine beim Menschen erscheinen, so sind ihr Gang und ihre Anordnung dieselben, wie in der Iris anderer Säugethiere. Ueber die Existenz des Dilatator Pupillae bei Kindern urtheile ich nach den glatten Muskelfaser-Kernen, deren Uebergang aus der circulären in die radiäre Richtung sich hier recht deutlich am Anfang des Dilatator ersehen lässt.

Um den Musculus Dilatator Pupillae zu demonstrieren, kann man auch recht zweckmässig die Doppelfärbung, mit Durchschnitten verbunden, anwenden.

Jedenfalls muss, nach meiner Meinung, zu den besten, obwohl auch schwierigsten jene Methode gezählt werden, durch welche die Iris der Säugethiere mit Essigsäure behandelt, und das Bindegewebe, die Blutgefässe, das Pigment und das Epithelium vermittelst Zerspaltung in Schichten entfernt werden.

Die Schwierigkeiten, auf welche man bei Forschungen über den Musculus Dilatator Pupillae bei Säugethieren und bei Menschen stösst, stellt das Auffinden dieser Muskeln bei Vögeln nicht dar. Bei den Letzteren besteht er aus quergestreiften, primären Muskelbündeln, die unmöglich mit anderen Elementen, die dem Bau der Iris angehören, verwechselt werden können; ausserdem gelingt es oft, das Pigment, das Fett und theils auch die Blutgefässe beinahe vollständig zu entfernen. Wenn ich meine Beobachtungen mit solchen Vogelgattungen, wo die Iris gelbes Fett enthält (Hühner, Tauben u. s. w.), mache, so lege ich sie auf 24 Stunden in Schwefeläther und behandle sie mit verdünnter Essigsäure, um sie aufzulockern. Durch diese Operation kann man leicht den Sphincter Pupillae, welcher bei Vögeln die ganze Vorderfläche der Iris einnimmt, entfernen.

Der Sphincter und der Dilatator mit ihrer Anfang- und Endstellung, können an einem ganz frischen Präparate der Iris einer Dohle ohne die erwähnten Zubereitungen und ganz ohne Reagentien, nur mit Glycerin und schon bei Nr. 4 Hartnack's beobachtet werden, weil hier das auf der hinteren Fläche der Regenbogenhaut liegende Pigment sich leicht vermittelst eines Pinsels entfernen lässt.

Wenn man den Musculus Dilatator Pupillae einer Dohle oder

eines Huhns von der Oberfläche betrachtet, so erscheint er als abge sonderte Schicht, die aus quergestreiften, Muskelfasern oder Muskelbündeln, besteht, welche sich longitudinal vom Pupillarrande bis zum Ciliarrande der Iris hin richten. Diese primären, quergestreiften Muskelfasern theilen sich an verschiedenen Stellen; erscheinen aber als Schlingen oder Arcaden am Pupillarrande, und gehen hier in Muskelfasern des Sphincter Pupillae über; indessen am Ciliarrande verlieren sich diese Bündel im Bindegewebe des Ciliarrings, wo sich noch elastische Fasern einflechten.

Die Art und Weise, wie der Musculus Dilatator Pupillae am Ciliarrande befestigt ist, kann nicht von derjenigen Art, die man bei den übrigen quergestreiften in Sehnen übergehenden Muskeln bemerkt, unterschieden werden. Auch laufen aus der Verbindungsstelle der Hornhaut mit der Sclerotica gegen das äussere Ende der Iris viele elastische Fasern, nahe an der Insertion des Musculus Dilatator Pupillae.

Aus allem hier Gesagten ersieht man, dass auf der hinteren Fläche der Iris von Hühnern, Dohlen und einigen anderen Vögeln fast unmittelbar unter dem Pigment eine Schicht von radiären quergestreiften Bündeln oder Fasern liegt; ausserdem gehen Bündel des Sphincter nach und nach auf verschiedenen Höhen der Iris, aus queren in longitudinale Muskelfasern über und jetzt erst laufen sie bis zum Ciliarring. Diese eben beschriebenen Fasern ziehen schräg, von vorne nach hinten, indem sie die ganze Dicke der Iris durchstreifen.

Der Uebergang der circulären Muskelfasern der Vogeliris in radiäre, wie auch die Insertion des Musculus Dilatator Pupillae, kann man am Besten beobachten, wenn Durchschnitte in der Richtung der Muskelfasern des Dilatator gemacht werden; die Schlinge aber, welche die quergestreiften Muskelfasern des erwähnten Muskels am Pupillarrande bilden, kann man bequemer von der Oberfläche ersehen.

Schliesslich komme ich zu folgenden Resultaten: 1) Als bestes Mittel zur Darstellung der Muskeln der Iris überhaupt und vorzüglich des Musculus Dilatator Pupillae betrachte ich mein Verfahren der Behandlung der Iris mit Essigsäure, der Färbung mit Carmin und wieder der Bearbeitung durch Essigsäure und dererspaltung der Regenbogenhaut in Schichten.

2) Die Iris des Menschen und der Säugethiere, als: Pferde,

Kälber, Schweine, Hunde, Katzen, Kaninchen und Mäuse enthält zwei Muskeln: a) Sphincter Pupillae und b) Dilatator Pupillae.

3) Dieselben Muskeln befinden sich auch in der Iris der Vögel: Hühner, Tauben, Truthühner, Enten, Gänse, Geier, Eulen, Dohlen und Zeisige.

4) Der Sphincter ist mehr bei Vögeln, als bei Säugethieren und Menschen entwickelt und bedeckt bei den Ersteren die ganze Vorderfläche der Iris.

5) Bei einigen Vögeln unterscheide ich zwei Dilatatores Pupillae: der eine, in Form von parallelen, quergestreiften Muskelbündeln oder Muskelfasern, nimmt die ganze Oberfläche der Iris ein; der andere besteht auch aus solchen Muskelbündeln oder Fasern, die aus den Bündeln des Sphincter in seinen verschiedenen Höhen abstammen und schief von vorne nach hinten die ganze Dicke der Iris durchziehen.

6) Beide Muskeln in der Iris von Säugethieren, Menschen und auch Vögeln, haben viel Gemeinschaftliches mit einander, sowohl nach ihrem Ursprung, ihrer Insertion, wie auch nach der Richtung ihrer Muskelbündel; der Sphincter und Dilatator Pupillae bei Säugethieren und beim Menschen unterscheiden sich dadurch von denselben Muskeln der Vögel, dass sie bei den Ersteren aus glatten, bei den Letzteren aber aus primären, quergestreiften Muskelfasern bestehen. Die Iris einiger Vögel (Hühner, Tauben u. s. w.) enthält gelbes Fett, welches ganz gut in Schwefeläther gelöst wird.

7) Der Ciliarring muss als Befestigungsstelle des Musculus Dilatator Pupillae beim Menschen, bei Säugethieren und bei Vögeln betrachtet werden.

8) Nach meiner Vorgänger und meinen eigenen Beobachtungen scheint es mir gerechtfertigt, die Gegenwart der Muskeln der Pupille (Sphincter und Dilatator) bei Menschen, Säugethieren und Vögeln als allgemeine Regel anzunehmen.

Wenn man die Gegenwart des Dilatator und Sphincter Pupillae in der Menschen-, Säugethiere- und Vogeliris anatomisch beweisen kann, so hat man gewiss auch keinen Grund, den Antheil zu bezweifeln, welchen diese beiden Muskeln im Bewegungsmechanismus der Iris haben. Es ist eine Thatsache, dass wir eine Verengerung oder eine Erweiterung der Pupille bekommen, sobald wir diesen oder

jenen Muskel der Regenbogenhaut der Säugethiere und Vögel zur Contraction zwingen. Ausführliche Angaben über diese Frage und die von mir erhaltenen Resultate über die Nerven, welche in diesem Muskel endigen, beabsichtige ich in einer besonderen Abhandlung mitzutheilen.

Literatur des Musculus Dilatator Pupillae bei Menschen, Säugethieren und Vögeln.

- Brücke, Anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels. Berlin 1847. S. 17, 18 u. 19.
- Budge, Bewegung der Iris. 1854. S. 91.
- Grünhagen, Archiv für pathologische Anatomie. Bd. XXX. 1864.
- Henle, Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Bd. II. S. 632.
- von Hüttenbrenner, Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch. I. Abth. März-Heft, Jahrg. 1868.
- Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen, 5. Aufl. 1867. S. 665 u. 667.
- Krohn, in Müller's Archiv 1837, über Structur der Iris der Vögel u. s. w.
- Lister, Journal of microscopical science, Nr. 4. 1852.
- Merkel, Zeitschrift für rationelle Medicin XXXI. 1867.
- Merkel, Zeitschrift für rationelle Medicin XXXIV. I. Heft.
- Maunoir, Mémoires sur l'organisation de l'iris etc. Paris 1812.
- H. Müller, Archiv für Ophthalmologie. Bd. III. Berlin 1857. S. 25—53. I. Abth.
- Schwann in Joh. Müller's Handbuch der Physiologie. Valentin's Repertorium. Bd. II. S. 247 u. 248.
- von Wittich, Archiv für Ophthalmologie. Bd. II. S. 124. (Vergleichend histologische Mittheilungen.)
-

Erklärung der Abbildungen auf Taf. VII.

- Fig. 1. a. Muskelbündel des Dilatator und b. Sphincter Pupillae der Iris eines weissen Kaninchens, mit Essigsäure aufgelockert und in Schichten zerspalten. System 4 und Camera lucida von Hartnack.
- „ 2. Muskelbündel des Dilatator und Sphincter der Iris eines Hundes, auf dieselbe Weise, wie oben erwähnt war, behandelt. System 7 und Ocular 2 Hartnack.
- „ 3. Dieselben Muskelbündel eines Kalbes und auf dieselbe Weise bearbeitet. System 5 und Ocular 2 Hartnack.
- „ 4. Muskelbündel des Dilatator eines Kalbes, auf dieselbe Weise bearbeitet. Immersions-Linse und Ocular 2 Hartnack.
- „ 5. Quergestreifte Muskelfasern des Dilatator einer Dohle.
a. Schlinge des Dilatator am Pupillarrande.
- „ 6. Eine Schlinge des Dilatator am Pupillarrande der Dohle. Immersions-Linse und Ocular 2 Hartnack.
- „ 7. Querschnitt der Iris eines Huhnes.
a. Erste Gattung des Dilatator Pupillae.
b. Zweite Gattung derselben Muskelfasern des Dilatator. System 4 und Camera lucida Hartnack.
c. Querdurchgeschnittene Muskelbündel des Sphincter.
- „ 8. Querschnitt der Iris beim Huhne.
a. Insertion des Musculus Dilatator Pupillae.
b. Des Sphincter Pupillae.
c. Elastische Fasern.
d. Musculus ciliaris.
-