(Aus dem Physiologischen Institute der k. k. Universität Wien.)

Zur Kenntnis von der Entstehung der Irisfarben.

Von

Dr. med. **Mathilde Gstettner.**

Im Jahre 1904 habe ich eine Untersuchung „Über Farbenveränderungen der lebenden Iris bei Menschen und Wirbeltieren“¹⁾ publiziert und gezeigt, dass bei Veränderungen der Pupillenweite die Iris ihre Farbe wechselt und diese Farbenveränderungen grösstenteils durch Dehnung des Irisgewebes zustande kommen, indem durch die Dehnung der Fasern ihre Doppelbrechung steigt und die Trübung des Gewebes infolgedessen zunimmt. Dabei kommt auch die mit der Dehnung verbundene Änderung der Stellung und Verteilung der Chromatophoren in Betracht.

Das Irisgewebe fungiert als trübes Medium, während die Stromazellen durch ihre Färbung die durch den dunklen Hintergrund des Pigmentepithels der Iris bedingte blaue Farbe des trüben Mediums je nach Umständen in Grau, Grün, Hellbraun oder Dunkelbraun überführen.

Es waren damals die Fragen offen geblieben, 1. an welches Gewebe die Doppelbrechung gebunden ist, 2. welche Farbe das Pigment der Stromazellen besitzt, 3. ob es wirklich gelingt, alle an menschlichen Augen beobachteten Färbungen durch die Faktoren: Trübes Medium und Pigment, wie sie in der Iris vorkommen, nachzuahmen.

Das doppelbrechende Gewebe.

Um die erste dieser Fragen zu beantworten, fertigte ich Schnitte von Iriden an und verwendete Bulbi von Menschen, Katzen und von Kaninchen-Albinos. Von ersteren wählte ich ganz lichte Iriden

1) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 105.

von Leichen; bei letzteren war es möglich, das am Menschen Gefundene an ganz frisch exstirpierten Augen zu kontrollieren.

Ich präparierte die Iris durch Abtragung der Cornea frei, verband zwei gegenüberliegende Punkte des Pupillarrandes mittelst eines Zwirnsfadens, den ich durch die Iris gezogen hatte und näherte die so verbundenen Stellen durch Knüpfen des Fadens so weit, als es möglich war, ohne die Iris durchzureissen. Das auf diese Weise gewonnene Präparat wurde nach Abtragung des hinteren Bulbusabschnittes (vor dem Äquator) gehärtet.

Die Schnitte, welche ich in verschiedener Dicke herstellte, brachte ich zwischen die zwei Nikols eines Polarisationsmikroskopes. Sie zeigten an einzelnen radiär, seltener an tangential verlaufenden Faserbündeln ebenso Doppelbrechung wie die frischen Zerrpräparate, von welchen ich in der eingangs erwähnten Arbeit berichtete. Die Faserbündel wurden im Gesichtsfeld des Mikroskopes je nach ihrer Stellung zu den gekreuzten Nikols dunkel oder hell. Wir sehen daraus, dass die gezernte Faser, auch nachdem das Gewebe gehärtet ist — ich habe es nach 2 Jahren noch ebenso deutlich gesehen wie in frisch hergestellten Präparaten —, seine Doppelbrechung beibehält.

Um zu erfahren, welchem Bestandteile des Irisgewebes die doppelbrechenden Faserbündel angehören, färbte ich die Schnitte mit Hämatoxylin und Eosin. An jenen Faserbündeln, welche Doppelbrechung zeigten, war zu ersehen, dass sie aus zarten, sich rosa färbenden Gewebeelementen bestanden, zwischen welchen auffallend wenig Stromazellen lagen. Ihrem Aussehen nach konnte es sich um zwei Arten von Gebilden handeln: Bindegewebsfasern oder elastische Fasern.

Dies zu entscheiden, schlug ich folgenden Weg ein.

Bekanntermaassen lässt sich Bindegewebe von anderen Gewebsarten dadurch unterscheiden, dass es durch Zusatz eines Tropfens Essigsäure aufquillt, während elastische Fasern dabei unverändert bleiben.

Ich fertigte daher in der üblichen Weise in physiologischer Kochsalzlösung ein Zupfpräparat einer frischen Iris an, die ich vom hinteren Pigmentepithel durch Abpinseln befreit und mit der Pinzette gezerzt hatte. Dieses Präparat legte ich auf den Objektisch eines Polarisationsmikroskopes. Im dunkeln Sehfeld zeigten sich bläulich-weiße, fast seidenglänzende vereinzelte Faserbündel. Diese er-

schiene bei Drehung des Objektes um die Achse des Mikroskopes abwechselnd hell und dunkel. Nach Zusatz von Essigsäure verschwand die Doppelbrechung im Verlauf von 40–80 Sekunden, selten erst etwas später, also offenbar immer, sobald der an den Rand des Deckglases gebrachte Tropfen bis zum Gewebe gedrungen war und dieses durchtränkt hatte. Man sah, wie die Doppelbrechung in dieser kurzen Zeit allmählich abnahm, d. h. die Helligkeit des Gewebes im dunklen Sehfeld immer geringer wurde, bis sie endlich verschwunden war. Auch bei Drehung des Objektes um die Achse des Mikroskopes zeigte sich nunmehr nirgends eine Andeutung von Doppelbrechung.

Auch bei Verwendung von Kalilauge statt Essigsäure zu diesem Versuche nahm die Intensität der Doppelbrechung allmählich, aber doch ebenfalls sehr rasch ab.

Diese Versuche gelangen sowohl mit der Iris von Albinos als auch bei blauen und schwach pigmentierten Augen. Iriden dunkler Augen eignen sich natürlich wegen ihres Pigmentreichtums dazu nicht.

Dasselbe Resultat erhielt ich bei Verwendung einer frischen, eben dem Tiere entnommenen Iris, deren Doppelbrechung durch Zerrung gesteigert war. Dieselbe gehörte einem albinotischen Kaninchen an. Ein Sektor derselben wurde mittelst Nadeln auf einem Objektträger radiär so stark gespannt, wie es das zarte Gewebe zuließ. Bei Untersuchung im Polarisationsmikroskop zeigten sich mächtige, radiär angeordnete doppelbrechende Streifen. Einen derselben stellte ich zwischen gekreuzten Nikols in das wirksamste Azimuth, d. h. ich drehte ihn um die Achse des Mikroskopes, bis er das Maximum der Helligkeit erreichte. Nun liess ich mit Rücksicht darauf, dass er in zähflüssigem Humor vitreus lag, Eisessig zutreten und sah, wie die Helligkeit im Lauf von Minuten fast bis zum Verschwinden abnahm. Es spricht also auch dieser Versuch dafür, dass die doppelbrechende Substanz wenigstens grossenteils Bindegewebe ist.

Farbe des Irispigmentes.

Herr Professor Emil Zuckerkandl hat vor wenigen Jahren in einem nicht veröffentlichten Vortrage darauf hingewiesen, dass die Iris des Menschen immer pigmenthaltige Zellen aufweise, auch dann, wenn sie im Leben reinstes Blau zeigt. Er fand, dass ganz geringe Mengen Pigmentes in den betreffenden Zellen vorhanden seien, während in dunklen Iriden die Chromatophoren strotzend ge-

füllt mit Pigmentkörnern gefunden werden¹⁾. Die Tatsache wurde damals als Nebenbefund gelegentlich der Untersuchungen, die er auf anatomischem Gebiete über die blonde und die dunkle Rasse in Mitteleuropa vorgenommen hatte, erwähnt. Von der Farbe des in den verschiedenen Iriden enthaltenen Pigmentes, glaube ich, wurde nichts weiter mitgeteilt.

Es liegt wohl die Versuchung nahe, zu vermuten, dass die verschieden gefärbten Augen auch verschieden gefärbtes Pigment in dem Irisgewebe haben.

In dieser Hinsicht untersuchte ich eine grosse Anzahl menschlicher Augen von verschiedenen Irisfarben. Es zeigte sich jedoch das Gegenteil, — das Pigment scheint mir beim Menschen nur in einer einzigen Farbe aufzutreten.

Zu diesen Untersuchungen dienten mir Menschenaugen aller Art. Ich verwendete wohl auch gefärbte Schnitte, hauptsächlich aber ungefärbte und Zupfpräparate von Leichenaugen, sowie von frischen Irisstücken, die bei Operationen exstirpiert wurden.

Das Pigment repräsentiert sich sehr verschieden, aber immer in Splittern oder Schollen mit unregelmässigen Begrenzungsflächen, die teils eben aussehen, teils wie flachmuschelige Bruchflächen. Es scheint regellos in den spezifischen Zellen zerstreut zu liegen, resp. in der Zellmasse suspendiert zu sein.

Um das Pigment selbst in möglichst intaktem Zustande zu untersuchen, fertigte ich mir Zupfpräparate in Humer aquaeus oder in physiologischer Kochsalzlösung an.

Die Farbe der Pigmentkörnchen, die dabei herausfallen und frei herumliegen, ist immer dieselbe: ein Orangebraun, ob die Iris in vivo gelblich, grau, grünlich oder braun ausgesehen hat. Nur die Helligkeit der Pigmentkörner ist verschieden und scheint von der Dicke derselben abzuhängen.

Im durchfallenden Lichte betrachtet, erscheinen die Pigmentmassen am Rande, wo die Körnchen einzeln liegen, gelblich und in raschen Übergängen gegen innen zu braun, bis sie namentlich bei grösseren Zellen in der Mitte in Schwarz übergehen; hier bilden sie formlose aus zahlreichen Körnchen aufgebaute Klümpchen. Es ist immer und überall dieselbe Farbennuance; nirgends sieht man ein rötliches Braun oder ein grünliches Braun.

1) Prof. Zuckerkandl hatte die Güte, mir das Pigment blauer Iriden zu demonstrieren.

Ich muss deshalb annehmen, dass die Variationen, welche die Pigmentkörnchen der Stromazellen und diese Zellen selbst durch die Körnchen in ihrer Färbung zeigen, nur der Ausdruck stärkerer oder schwächerer Absorption des Lichtes durch denselben Farbstoff sind, wobei ich dahingestellt lasse, ob es Körnchen von gegebener Dicke gibt, die mehr oder weniger des Farbstoffes enthalten, wie es bisweilen den Anschein hat. Denn es kommt vor, dass man zwei anscheinend gleich grosse Körnchen sieht, von denen das eine gelb, das andere dunkelbraun erscheint, und man kann sich nicht davon überzeugen, dass letzteres dicker ist.

Künstlich erzeugte Irisfarben.

Bei blauen Augen wirkt, wie ich 1904 besprach und längst bekannt ist, die pigmentfreie Iris als trübes Medium über dem dunklen Pigmentepithel. Ich verweise hierbei auf das früher Gesagte und wähle den Ausdruck „pigmentfreie“ der Kürze halber, weil das Pigment blauer Iriden in vivo et mortuo für das Auge des Beobachters selbst am Pupillarrand, wo es am dichtesten liegt, nicht merklich in Betracht kommt.

Je nach der Dicke und Trübung bzw. Doppelbrechung des Irisgewebes, richtiger des Bindegewebes der Iris, ist dieses Blau dunkler oder heller — bei zarten Iriden dunkler, bei derben heller.

Ich habe, wie schon erwähnt, Versuche gemacht, die Irisfarben, welche am häufigsten in unseren Gegenden zu sehen sind, nachzuahmen; dieselben waren mir, wie ich seinerzeit kurz berichtete¹⁾, gelungen, doch setzte ich diese Versuche auf Anregung des Herrn Professor S. Exner fort.

Bei den ersten Versuchen hatte ich Objektträger mit opaken Malerfarben bestrichen, trocknen lassen und vor oder hinter eine vierkantige Flasche mit Mastixemulsion gebracht, die vor einem dunklen Grund als trübes Medium wirkte. Man erhält eine solche, indem man eine alkoholische Mastixlösung tropfenweise in Wasser giesst. Je nach der Dicke der Schichte des trüben Mediums und je nachdem ich das Gelb auf dem Objektträger heller oder dunkler wählte, war die eine oder die andere Irisfarbe hergestellt. — Soweit kam ich damals.

1) Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 105 S. 335. 1904.

Nunmehr handelte es sich darum, zu erfahren, ob man mit ein und derselben Pigmentfarbe und dem trüben Medium die verschiedenen Irisfarben zustande bringen kann.

Als trübes Medium verwendete ich bei weiteren Versuchen Celloidinscheiben. Ich stellte mir dieselben aus reinster, wasserklarer Celloidinlösung her. Diese goss ich zuerst in ein kreisförmiges zylindrisches Glasgefäß mit ebenem Boden und liess sie erstarren, aber nur so weit, dass sie sich noch weich anfühlte, aber doch fest genug war, um beim Übertragen in ein anderes Gefäß zusammenzuhalten.

Glashell, scheinbar farblos, erweist sich die Scheibe auf dunklem Grunde als trübes Medium, erscheint also blau, schon bevor sie mit Alkohol in Berührung kommt. Um sie haltbarer zu machen, übergoss ich sie, nachdem ich sie vom Glase abgelöst hatte, bisweilen auch vor dem Ablösen mit absolutem Alkohol, wodurch sie sich stärker trübte, ohne die Fähigkeit einzubüssen, als trübes Medium zu fungieren. Diese Scheiben bewahrte ich in Alkohol auf. Ein bis zwei Tage bleiben sie nahezu unverändert, selbst in 75 oder 70 %igem Alkohol; später werden sie immer mehr weisslich und dann gelblich, zeigen aber selbst noch nach Monaten die bläuliche Farbe als trübes Medium.

Die Versuchsanordnung war immer so gewählt, dass sie nach Möglichkeit den Verhältnissen entsprach, wie sie sich im Auge vorfinden:

1. dunkler Hintergrund,
2. trübes Medium,
3. Pigmentfarbe,
4. Beleuchtung von vorn,

wobei Pigment und trübes Medium in einfacher oder mehrfacher Schichte angewendet wurden.

Als dunkler Hintergrund diente entweder ein schwarzes Tuch oder eine ziemlich weite und tiefe zylindrische Röhre, die mit schwarzem Samt ausgeschlagen und ebenso nach hinten abgeschlossen war. Zur Beleuchtung verwendete ich helles Tageslicht oder Auerlicht. Am günstigsten waren die Resultate, wenn das Licht schräg von vorn oder doch hauptsächlich aus dieser Richtung einfiel.

Die Pigmentfarben brachte ich als Aufschwemmung in prismatische Flaschen. Ich verwendete dazu Gummigutti und Malerdeckfarben, die ich vorher wiederholt geschlemmt hatte, um nur kleine Farb-

körnchen in Verwendung zu haben. Die Flaschen mit dem farbigen Inhalt brachte ich dicht vor das trübe Medium und konnte auf diese Weise verschiedene Irisfarben darstellen. Es ist wichtig, hervorzuheben, dass man sich sehr leicht über die wahre Farbe einer Fläche täuscht, wenn man sieht oder weiss, dass dieselbe durch mehrere gefärbte Schichten zustande kommt. Es ist deshalb bei diesen Versuchen nötig, die betreffende Fläche stets durch ein innen geschwärztes Rohr so anzublicken, dass die Umgebung gänzlich abgedeckt ist, wodurch gleichzeitig jede Kontrastwirkung ausgeschaltet wird.

Nachdem ich gefunden hatte, dass die oben erwähnten Celloidin-scheiben als trübes Medium verwendbar sind, versuchte ich nun, die Verhältnisse des Irisbaues nachahmend, in jene selbst die Pigmente einzutragen. Ich rührte daher zunächst ein pulverisiertes Braun in einer Celloidinlösung an und trachtete, die geschlemmte Malerfarbe — es eignet sich hierzu sehr gut „Neapelgelb“¹⁾ — in genügende Verteilung zu bringen. Von der Celloidinlösung hatte ich so viel verwendet, dass ich eine Scheibe giessen konnte (etwa $\frac{1}{2}$ cm dick und von 8–10 cm Durchmesser) und behandelte das Ganze wie die reine Celloidinlösung zur Herstellung der beschriebenen Scheiben trüben Mediums. Nach etwa 24 Stunden zeigte die neue Scheibe in der entsprechenden Beleuchtung auf dunklem Hintergrunde eine Irisfarbe. Je nachdem ich mehr oder weniger von der Farbe in eine solche Scheibe eintrug, und je nachdem ich sie dünner oder dicker herstellte, ferner das Pigment hauptsächlich an der vorderen Fläche anordnete oder verteilte, bekam ich Irisfarben, wie sie braune, graue grünliche, gelbliche Iriden in allen Abstufungen zeigen.

Gummiguttiemulsion konnte ich zu diesen Versuchen wegen der Löslichkeitsverhältnisse nicht verwenden, deshalb nahm ich hierzu Chromgelb. Obwohl sich bei den Versuchen mit Mastixemulsion als trübes Medium Gummiguttiemulsion besser bewährt hatte als Chromgelb, erhielt ich auch hier ganz deutlich ein Grün, wie ich es an Iriden gesehen habe.

Die Technik, die ich bei Herstellung dieser Scheiben, welche zugleich trübes Medium bilden und das Pigment enthalten, einhielt, war folgende. Nachdem ich meine Farbe mit der Celloidinlösung

1) Es ist das in Pulverform ein helles Braun.

verrührt hatte, so dass genügend Farbpartikelchen in feinste Verteilung gebracht waren, goss ich den oberen Teil der Flüssigkeit vom Bodensatz ab und stellte ersteren zum Erstarren an einen ruhigen Platz, gegen Staub durch eine Glasglocke geschützt. Je dichter der Abschluss war, desto günstiger fielen die Scheiben aus, weil die Eigenschaft des Celloidins, als trübes Medium zu wirken, beim langsamen Erstarren besser zum Vorschein kam als beim raschen Trocknen. Ruhe ist erforderlich, um die gleichmässige Verteilung der Farbpartikelchen zu erhalten.

Der Umstand, dass die Farbpartikelchen in der Tiefe nach dem Erstarren dichter zusammengedrängt liegen als in den übrigen Teilen der Celloidinscheibe (Wirkung der Schwere), wirkt bei Verwendung derselben in den Versuchen schon deshalb nicht ungünstig, weil hierdurch die Verteilung des Pigmentes in dem Irisgewebe nachgeahmt ist. Bekanntermaassen gehört die reicher pigmentierte Schichte des Irisgewebes der Vorderfläche an, wo die Pigmentzellen am dichtesten liegen.

Durch Zufall kam ich auf eine andere Art der Darstellung von Irisfarben. Ich hatte bei meinen Arbeiten gewöhnlich über einer Glasplatte manipuliert, wie sie auf Arbeitstischen in Laboratorien in Gebrauch stehen. Als ich eines Tages von der Glasplatte ein glashelles Celloidinhäutchen abhob, kam mir der Gedanke, meine Farben in solche dünnste trockene Schichten von Celloidin zu bringen. Nach manchem Fehlversuche gelangte ich dadurch ans Ziel, dass ich die geschlemmte, gut getrocknete Farbe in 2%iger Celloidinlösung in gleichmässige feinste Verteilung brachte und dann 5%ige Celloidinlösung nachgoss, meist ungefähr in gleicher Menge. Je nachdem die Farbe in ein- oder mehrfacher Schichte in der Versuchsanordnung in Verwendung kommen soll, müssen die Verhältnisse der Mengen zwischen dünner und dicker Celloidinlösung und Farbe variieren. Nach dem Ausgiessen auf die Glasplatte, wozu nie mehr Farbaufschwemmung verwendet werden darf, als nötig ist, um die Platte mit einer $\frac{1}{2}$ mm hohen Schichte (im flüssigen Zustande gemessen) zu überziehen, muss die mit Farbe vermengte Celloidinlösung auf der Platte so lange in leichter Bewegung erhalten werden, bis die Masse genügend verdichtet ist, dass sich die Farbpartikelchen nur mehr langsam bewegen. Dann ist die Platte an einen ruhigen Ort vollkommen horizontal zu legen, vor Staub und vor zu raschem Erstarren zu bewahren. Nach wenigen

Stunden schon, besser am nächsten Tag kann man ein homogen gefärbtes Häutchen von der Glasplatte abheben. Der geringste Fehler in der Darstellung rächt sich auf irgendeine Weise, sei es, dass das Häutchen in viele schmale zugespitzte Streifchen zerspringt, sei es, dass es sich unregelmässig krümmt, usw.

Das Loslösen des „Farbhäutchens“ von der Glasplatte erfordert die grösste Vorsicht, weil es einerseits leicht unregelmässig springt, anderseits, weil es so stark elektrisch wird, dass es kaum einige Sekunden freihängend in der Luft gehalten werden kann: es schlägt sich sofort auf die Hand zurück.

Diese letztere Eigenschaft bewirkt, dass das Häutchen — negativ elektrisch — in jeder Stellung tagelang an Glasflächen haften bleibt um so länger, je weniger dicht die Farbpartikelchen darin enthalten sind.

Ich legte daher in meiner Versuchsanordnung solche Farbhäutchen glatt an die Wand der prismatischen Flaschen mit Mastixemulsion und bekam damit sehr gute Resultate. Mit einem hellen gelblichen Braun konnte ich je nach Variation der Farbmenge (einfaches oder mehrfach übereinandergelegte Häutchen) und Dicke der Schicht des trüben Mediums die Farbe der lichten graugelblichen, grauen, grünlichen und hellbraunen Iriden nachahmen.

Gelbe Pigmente erzeugten mit dem Blau des trüben Mediums, auch in Mischung mit verschiedenen Arten von Braun, falls letzteres nicht zu sehr überwog, stets einen grünlichen Ton. Bei der künstlichen Herstellung der Farbe der sogenannten grauen Augen ist auch vor der pigmentierten Schicht eine Lage trüben Mediums anzubringen. Bei Herstellung der gelblichen Töne muss das trübe Medium weisslich sein.

Mein weiteres Streben ging dahin, mit möglichst gleichen Mitteln wie die Natur die Irisfarben darzustellen.

Zunächst benutzte ich die Iris ganz frischgetöteter Kaninchen-Albinos als trübes Medium mit einer schwarzlackierten Porzellanplatte als Hintergrund — die Iris erscheint blau. Nun streute ich die Malerdeckfarben mit einem Pinsel in geringer Menge, fein verteilt, auf die Iris, bald auf die vordere, bald auf die hintere Fläche oder auf beide. Ich betrachtete die Iris auch frei, noch von Kammerwasser befeuchtet, oder in physiologischer Kochsalzlösung oder im Wasser immer auf dunklem Grunde. Auch auf diese Weise erhielt ich einige Farben, wie sie den lebender Iriden entsprechen: Grünlich, Bräunlich, Braun.

Nun wollte ich auch noch tierisches Pigment verwenden. Ich nahm dazu menschliche Haare und Katzenhaare, schnitt sie in kurze Stückchen ($\frac{1}{4}$ mm und kürzer) oder verwendete die Haarpartikelchen, die sich im Seifenschaum, der zum Rasieren verwendet wurde, finden. Nach Waschung und Entfettung derselben brachte ich sie in Celloidin, wobei ich nur dann günstige Resultate erhielt, wenn ich die Haarpartikelchen in die Celloidinscheibe eingebettet hatte.

Die Versuche mit den Celloidinscheiben und Haaren waren sehr günstig ausgefallen. Die grösste Zahl von Variationen erhielt ich auch hier mit einem sehr hellen Braun (im gewöhnlichen Leben als etwas dunkleres Blond bezeichnet). Ich konnte damit gelbliche, grünliche, graue und braune Irisfarben in grösserer oder geringerer Reinheit darstellen, ähnlich wie mit den farbigen Celloidinhäutchen und Mastixemulsion, aber nur ähnlich, denn sie waren nie so rein. Dies mag seinen Grund in der Cuticula haben, von welcher das Haarpigment gedeckt ist, und den Grenzen der Zellen der Substantia propria des Haares, die durch Reflexe störend wirken. Mit lichtblonden Haaren konnte ich nur ein schönes Irisgrün erzielen und ein Grünlichgrau; mit dunkelbraunen Haaren erhielt ich ein Grau und ein Braun bisweilen mit einem Stich ins Violette.

Aus allen diesen Versuchen geht hervor, dass das Irispigment höchstwahrscheinlich nur in einer Farbe auftritt, in dem oben erwähnten Gelbbraun; ferner, dass die lichtereren Irisfarben auf einem stärkeren Hervortreten des trüben Bindegewebes beruhen, das bis zum mehr oder weniger neutralen Grau führen kann. Ist die Trübung eine zartere und das Irispigment in verschwindenden Quantitäten vorhanden, so entsteht das tiefe Blau, wie man es häufig beim Neugeborenen findet, und welches im Laufe des Lebens, wenn das Pigment sich nicht merklich vermehrt, heller und ungesättigter wird, offenbar wegen zunehmender Derbheit des als trübes Medium wirkenden Bindegewebes (Hinzutreten des obengenannten Grau).

Mit wachsender Quantität der eingestreuten Pigmentzellen entsteht aus jenem Blau die Farbe der sogenannten grünlichen Augen, welche bei genauerer Betrachtung gelbe Flecken besonders am Pupillarrand zu zeigen pflegen, die ihre Entstehung einer stärkeren Anhäufung von Pigmentzellen verdanken; sodann jene der gelben und braunen Augen. Auch letztere können nach dem obengenannten Prinzip an Helligkeit variieren.

In dunkelbraunen Iriden sind die Pigmentmassen in Fülle an der Vorderfläche zusammengedrängt, und da diese letztere überdies zahlreiche Vertiefungen trägt, so entsteht der Eindruck eines dunklen Samtes.

Es sei mir zum Schlusse gestattet, dass ich meinem hochgeschätzten Lehrer, Herrn Hofrat Professor Sigmund Exner, meinen besten Dank für seine gütigen Bemühungen bei Förderung dieser Arbeit zum Ausdrucke bringe.