

Die Resistenz des Spermiumskelettes der Wirkung so starker Reagentien gegenüber hat gewiss nichts überraschendes. Diese Eigenschaft ist für alle Gerüstsubstanzen bekannt und unter den Eiweißstoffen charakterisiert dieselbe eine sehr interessante Gruppe der Albuminoide (Glutin, Elastin, Keratin, Cornein etc.) und der Albumoide von Mörner und Hammarsten, welche nach der Meinung einiger Chemiker (M. Siegfried) von allen komplizierten Eiweißstoffen vielleicht am meisten komplizierte Verbindungen enthält.

Dem Umfang und vielleicht dem Gewichte nach nimmt die erste Stelle im Spermiumskelette der Fig. 4c wahrscheinlich der proximale Zentralkörper ein. Es ist zu bemerken, dass der Achsenfaden und vielleicht auch der Nebenfaden des Schwanzes aller Wahrscheinlichkeit nach sich aus den Zentralkörpern entwickeln.

Wie der Längsfaden des Kopfes entsteht, weiß man nicht sicher, das Perforatorium aber entwickelt sich wenigstens teilweise aus der Centrotheke. An den anderen Objekten gelingt es, auch das Kopfskelett von dem echten Zentralkörperskelette auf chemischem Wege zu trennen. In diesem Falle wäre es möglich, reines Centralin für makrochemische Untersuchung zu bekommen.

Bis jetzt hat man nur einen Bestandteil der Zelle — Chromatin — auf chemischem Wege untersucht. In der angegebenen Methode, glaube ich, haben wir die Möglichkeit, auch den anderen, nicht weniger wichtigen Bestandteil der Zelle — den Zentralkörper — makrochemisch genau zu untersuchen.

Zur Physiologie der Pigmentzellen.

Von R. F. Fuchs¹⁾.

(Aus dem physiologischen Institute der Universität Erlangen.)

Die reiche Literatur über den Farbenwechsel der Amphibien und anderer Tiere zeigt wohl am deutlichsten, welches Interesse diese Erscheinung den Biologen abgewonnen hat; aber diese große Zahl von Arbeiten lehrt nicht minder deutlich, wie viele strittige Anschauungen auf diesem Forschungsgebiete sich noch gegenüber stehen und wie vieler Arbeit es noch bedürfen wird, um zu befriedigenden Anschauungen über die schwierigen Fragen des Farbenwechsels zu gelangen. Es kann nicht meine Aufgabe sein, an dieser Stelle eine Literaturübersicht über die ganze Pigmentforschung zu geben, welche mit den klassischen Untersuchungen Brücke's²⁾ beginnt, dann durch die hervorragenden Arbeiten

1) Erweiterter Abdruck aus der Festschrift für J. Rosenthal. Leipzig, G. Thieme 1906.

2) Brücke, Ernst, Untersuchungen über den Farbenwechsel des afrikanischen Chamäleons. Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften zu Wien. Math. naturw. Klasse, IV. Bd. 1852.

Leydig's¹⁾ und von Wittich's²⁾ weiter ausgebaut wurde, um nicht mehr von der wissenschaftlichen Tagesordnung zurückgestellt zu werden, so dass sie bis in die neueste Literatur hineinreicht. Eine solche Literaturübersicht ist um so entbehrlicher, als E. Gaupp in dem Kapitel Haut, Bd. III der Anatomie des Frosches von Ecker-Gaupp II. Aufl. 1904, (S. 454—546) eine ausgezeichnete Darstellung des ganzen Gebietes gegeben hat, welche nicht nur die Anatomie, sondern auch die Physiologie der Pigmentzellen in einer geradezu mustergültigen Weise, mit seltener Gründlichkeit behandelt. Sehr treffend sagt Gaupp am Schlusse seiner historischen Übersicht zur Lehre von der Färbung und dem Farbenwechsel der Frösche (S. 546): „Zu gleicher Zeit wie die Arbeit Ehrmann's (1892)³⁾, erschien auch die große Abhandlung von Biedermann⁴⁾, die das ganze Problem der Färbung und des Farbenwechsels bei den Fröschen mit allen seinen (anatomischen und physiologischen) Einzelfragen kritisch behandelt, die bisher vorliegenden Beobachtungen und Anschauungen auf ihre Richtigkeit geprüft und das Tatsachenmaterial in wesentlichen Punkten erweitert und ergänzt hat. Sie muss als die Grundlage aller ferneren Untersuchungen auf diesem Gebiete gelten. . . .“

Die in den Versuchen der verschiedenen Autoren zutage getretenen Differenzen veranlassten mich, die Frage nach der Innervation der Pigmentzellen von neuem in Angriff zu nehmen, insbesondere jene Bahnen näher zu studieren, in denen die koloratorischen Nervenfasern verlaufen. Ferner mussten neue Versuche über die Wirkung des Lichtes auf die Pigmentzellen angestellt werden, da Biedermann den Einfluss des Lichtes auf die allgemeine Körperfärbung viel geringer bewertet als Steinach⁵⁾. Als ich mich mit eigenen Versuchen über den Einfluss des Lichtes be-

1) Leydig, F. Die zahlreichen einschlägigen Arbeiten siehe in der Literaturübersicht bei Ecker-Gaupp, Anatomie des Frosches, II. Aufl., Bd. III, 1904, S. 907.

2) von Wittich, Die grüne Farbe der Haut unserer Frösche; ihre physiologischen und pathologischen Veränderungen. Müller's Archiv 1854.

3) Ehrmann, S., Zur Kenntnis von der Entwicklung und Wanderung des Pigments bei den Amphibien. Archiv f. Dermatologie u. Syphilis 24. Jhrg. 1892. — Derselbe, Beitrag zur Physiologie der Pigmentzellen nach Versuchen am Farbenwechsel der Amphibien. Ebenda. — Derselbe, Über die Nervenendigungen in den Pigmentzellen der Froshaut. Sitzber. d. kaiserl. Akad. d. Wissensch. zu Wien. Mathem. naturw. Klasse, Bd. 84, III. Abt., Jhrg. 1881. — Derselbe, Untersuchungen über die Physiologie und Pathologie des Hautpigmentes. Vierteljahrsschrift f. Dermatologie u. Syphilis, XII. Jhrg. 1885; XIII. Jhrg. 1886.

4) Biedermann, W., Über den Farbenwechsel der Frösche. Pflüger's Archiv Bd. 51. 1892.

5) Steinach, Eugen, Über Farbenwechsel bei niederen Wirbeltieren, bedingt durch direkte Wirkung des Lichtes auf die Pigmentzellen. Zentralblatt f. Physiologie Bd. V. 1891. — Derselbe, Studien über die Hautfärbung und über den Farbenwechsel der Cephalopoden. Pflüger's Archiv Bd. 87. 1901.

schäftigte, welche auch die Einwirkung des ultravioletten Lichtes, sowie der Röntgen- und Radiumstrahlen auf den Pigmentapparat umfassen, erschien, noch bevor ich zu einem eindeutigen abschließenden Resultat gekommen war, die außerordentlich sorgfältige Untersuchung Hertel's¹⁾, der den Einfluss des Lichtes einschließlich der ultravioletten Strahlen auf die Pigmentzellen eingehend studiert hat. Obzwar durch Hertel's Versuche die meinen, soweit sie sich mit dem ultravioletten Lichte beschäftigt haben, bereits überholt sind, so werde ich doch meine Versuche über die Wirkung der strahlenden Energie auf die Pigmentzellen fortsetzen und später darüber berichten.

Als ich an die Ausführung der erwähnten Versuche ging, war vor allem eine Immobilisierung des Versuchstieres nötig, da ich die Veränderungen der Chromatophoren während des Versuches direkt mikroskopisch beobachten wollte, wozu die Schwimmhaut ein geeignetes Objekt abgibt. Eine einfache Fesselung des Tieres erwies sich aber als vollkommen unbrauchbar, da alle Beobachter seit von Wittich die übereinstimmende Erfahrung gemacht hatten, dass alle stärkeren Hautreize eine starke Aufhellung des Frosches herbeiführen. Die üblichen Narkotika, wie Äther und Chloroform erwiesen sich nicht brauchbar, denn ich beobachtete in Übereinstimmung mit Biedermann bei Äthernarkosen ein starkes Dunkeln der Frösche, das zu einer Lähmung der Pigmentzellen führte, weil alle Mittel, die sonst eine starke Aufhellung herbeiführen, wie z. B. 30—35° warmes Wasser, Bedecken mit trockenem Filterpapier hier erfolglos blieben. Erst nach dem vollständigen Verschwinden der Äthernarkose kehrte die Reaktionsfähigkeit der Pigmentzellen zurück. Es lag deshalb nahe, die Versuche am kurarisierten Tier anzustellen, zumal Biedermann hervorhebt, dass kleine Dosen Kurare für den koloratorischen Apparat belanglos sind. Zwar gibt Biedermann an, dass größere Kuraredosen die Wirkung der Ischiadikusreizung zu verzögern vermögen. Ferner fand Lister²⁾, dass nach größeren Kuraredosen eine nicht ganz regelmäßig auftretende, manchmal nur vorübergehende Verdunkelung der hellen Haut eintritt. Biedermann konnte die Lister'schen Versuche an *Rana fusca* und *Hyla arborea* bestätigen, außerdem beobachtete er bei Verwendung großer Kuraredosen lokale Wirkungen, die in einer Pigmentballung bestanden, soweit die Haut von dem betreffenden Lymphraum her mit dem

1) Hertel, E., Einiges über die Bedeutung des Pigmentes für die physiologische Wirkung der Lichtstrahlen. Zeitschrift für allgemeine Physiologie Bd. 6, H. 1. 1906.

2) Lister, Jos., On the cutaneous pigmentary system of the frog. (Commun. by Dr. Sharpey). Philosophical Transactions of the royal Society of London. Vol. 148. For the year 1858. London 1859

Gifte in Berührung gekommen ist. Biedermann kommt zu dem Ergebnis, dass das Kurare in großen Dosen die Melanophoren in einen langandauernden Erregungszustand versetzt.

Da weder Lister noch Biedermann systematische Untersuchungen über die koloratorische Wirkung des Kurares angestellt hatten, so füllte ich zunächst diese Lücke aus, weil vor der weiteren Verwendung des Kurares erst darüber eine Klarheit bestehen musste, um nicht eine unbekante Fehlerquelle in die ohnehin schwierig zu analysierenden Versuche über Lichtwirkung einzuführen. Meine systematischen Versuche mit Kurare zeigten typische Farbenveränderungen an Fröschen, die mich veranlassten, auch noch eine Reihe anderer Alkaloide auf ihre koloratorische Wirkung hin zu prüfen, zumal in der Literatur keine Angaben darüber aufzufinden waren. Nur vom Strychnin ist seit den Untersuchungen von Wittich's bekannt, dass es während des Krampfstadiums eine intensive Aufhellung bewirkt. Ferner machte von Wittich auch die Beobachtung, dass die elektrische Reizung der Haut noch mehrere Stunden nach Aufhören der Strychninkrämpfe sich sehr wirksam aufhellend erweist. Auch Bimmermann¹⁾ hat die aufhellende Wirkung des Strychnins beobachtet, ohne aber ebensowenig wie von Wittich systematische Versuche darüber angestellt zu haben.

Wohl wird in der Literatur häufig von chemischen Reizungen der Pigmentzellen gesprochen, aber die Versuche sind, wenigstens nach ihrer Beschreibung zu urteilen, vielfach nicht so angestellt, dass eine chemische Reizung der Chromatophoren einwandfrei durch sie erwiesen erscheint. Es handelt sich meistens um lokale Einwirkungen chemischer Agentien. So bewirken nach Lister's Angaben Senföl, Krotonöl und Kantharidin eine lang anhaltende Ausbreitung der dunklen Pigmentzellen, welche auch nach der Entfernung des Reizes noch lange anhält. Lister nimmt eine Lähmung der nervösen Apparate an, während Biedermann eine direkte Lähmung der Pigmentzellen für wahrscheinlich hält. Ferner wird von Ehrmann das Kochsalz als chemisch wirksamer Reiz angewendet. Ehrmann sah nach Behandlung der Haut mit Kochsalz bei *Hyla* ein kurzdauerndes Dunkeln. Da ich diese Versuche nicht wiederholt habe, so kann ich mir ein Urteil darüber nicht erlauben, jedenfalls sind sie einer sehr komplizierten Deutung zugänglich, und eine physikalische, osmotische Wirkung erscheint mir wahrscheinlicher als eine chemische Wirkung des Kochsalzes. Ferner müssen zu den chemischen Beeinflussungen des koloratorischen Apparates Lister's und Biedermann's Versuche über die Einwirkung der Kohlensäure gerechnet werden, wonach der Kohlen-

1) Bimmermann, E. H., Über den Einfluss der Nerven auf die Pigmentzellen des Frosches. Inaug.-Dissertation. Strassburg 1878.

säure eine direkt lähmende Wirkung auf die Pigmentzellen zukommt. Schließlich gehören zu den chemischen Beeinflussungen der Färbung auch noch von Wittich's Versuche an hungernden Fröschen, welche zeigten, dass grüne Eskulenten durch das Hungern einen braunen, bronzefarbenen Ton annahmen. Damit habe ich alle Angaben der mir bekannten Literatur über Beeinflussung der Farbe durch chemische Substanzen aufgezählt. Ich unterlasse es zunächst zu untersuchen wie der Mechanismus der Farbenänderung abläuft, ob das Agens direkt auf die Pigmentzellen einwirkt, oder ob die Farbenveränderung erst auf dem Umwege des Nervensystemes zustande gekommen ist. Da diese Frage durchaus nicht immer leicht zu beantworten ist, muss ich ihre Beantwortung einer gesonderten Mitteilung vorbehalten, welche sich mit der Innervation der Pigmentzellen im Besonderen beschäftigen wird.

In dieser Mitteilung will ich mich bloß auf meine Versuche über den Farbenwechsel der Frösche, welcher durch einige Alkaloide hervorgerufen werden kann, beschränken.

Bei allen Versuchen über die Physiologie der Pigmentzellen ist eine genaue Beschreibung der angewandten

Untersuchungsmethode

ganz unerlässlich, weil bei den Versuchen so viele Nebenfaktoren in Betracht kommen, wie Biedermann gezeigt hat. Leider lassen die Angaben vieler Autoren gerade darin sehr viel zu wünschen übrig, so dass späteren Experimentatoren die Wiederholung und Beurteilung dieser Versuche oft unmöglich gemacht wird. Da ein im Experiment beobachteter Farbenwechsel ganz spontan, oder sogar trotz unseres Eingriffes eingetreten sein kann, so ist die ständige Beobachtung eines Kontrolltieres unerlässlich, das immer unter den genau gleichen Bedingungen gehalten werden muss. Die Auswahl des Kontrolltieres bietet schon die Gefahr großer Fehlerquellen, welche leicht zu unrichtigen Versuchsergebnissen führen können. Meine Versuche haben gezeigt, dass immer nur Tiere des gleichen Geschlechtes als Kontrolltiere verwendet werden dürfen, weil die Farbenveränderungen bei den beiden Geschlechtern in sehr verschiedener Intensität erfolgen. Im allgemeinen kann gesagt werden, dass Männchen auf alle koloratorischen Reize, wie z. B. Feuchtigkeit, Wärme, Licht, intensiver reagieren als Weibchen. Häufig zeigten die Männchen auf einen Wechsel der Versuchsbedingungen einen ausgesprochenen Farbenwechsel, welcher bei den unter genau gleichen Bedingungen befindlichen Weibchen vollständig fehlte. Damit soll aber keineswegs gesagt sein, dass den Weibchen ein Farbenwechsel überhaupt fehlt, sondern er ist nur weniger sicher experimentell zu erzeugen. Vielfach konnte ich in Übereinstimmung mit Biedermann auch

beobachten, dass es Tiere gibt, die gegen alle experimentellen koloratorischen Reize sich vollkommen reaktionslos verhalten; unter ihnen finden sich sowohl Männchen, wie Weibchen, wengleich die letzteren überwiegen.

Die Berücksichtigung des Geschlechtes allein genügt noch nicht bei der Auswahl eines Kontrolltieres, da man bei der Entnahme der Tiere aus dem Froschbassin niemals wissen kann, durch welchen augenblicklichen Erregungszustand des koloratorischen Apparates eine gerade vorhandene Färbung bedingt ist. Deshalb müssen die Versuchs- und Kontrolltiere vor Anstellung des eigentlichen Versuches erst einer Untersuchung unterworfen werden, wie bei ihnen unter den verschiedenen experimentell gewählten äußeren Bedingungen der Farbenwechsel verläuft. Nur dann, wenn die Tiere einen gleichsinnigen und gleichstarken Farbenwechsel bei den Vorversuchen zeigen, sind sie zu dem eigentlichen Versuch brauchbar.

Ich verfuhr deshalb so, dass zunächst je zwei gleichgefärbte und gleichgeschlechtliche Tiere derselben Art in ein und demselben weiten Glasgefäß durch mindestens 24 Stunden beobachtet wurden; meist erstreckten sich die Vorversuche über 36—48 Stunden. Die Tiere wurden zunächst mehrere Stunden, z. B. fünf, trocken gehalten, dann fünf Stunden im seichten Wasser, hierauf fünf Stunden im Dunkeln und endlich eine gleiche Zeit im Hellen. Auch wurde die Farbenveränderung dieser Tiere bei verschiedenen Temperaturen untersucht. Erst wenn sich bei diesen Vorversuchen eine gute Übereinstimmung der Farbenveränderungen ergab, wurden sie zu dem eigentlichen Versuche verwendet. Auch die Geschwindigkeit, mit der die Farbenveränderung erfolgte, wurde berücksichtigt, indem niemals Tiere mit einem raschen Farbenwechsel mit solchen, die eine träge koloratorische Veränderung zeigten, zu einem gemeinsamen Versuche herangezogen wurden.

Eine Gleichheit der Farbentöne ist namentlich bei *Rana fusca* meist sehr schwer zu erreichen, denn dunkle Tiere, welche gleich gefärbt erscheinen, zeigen oft ganz verschiedene Farbentöne, wenn sie sich aufhellen; so kann z. B. das eine Tier hell graugrün werden, während das andere hell ockergelbbraun wird. Bei *Rana esculenta* ist diese Schwierigkeit weitaus geringer. Man muss aber stets damit rechnen, weil die Helligkeiten verschiedener Farbentöne sehr schwer zu vergleichen sind, wenn die Helligkeitsunterschiede nicht sehr große sind. Es ist sehr schwer, die Farbenunterschiede und Veränderungen so zu beschreiben, dass der Leser eine richtige Vorstellung von dem Umfange der stattgehabten Veränderung bekommt. Ich habe deshalb für die Verdunkelung mehrere Zwischenstufen unterschieden z. B. die Abstufungen für grün: als hellste Stufe ein sehr helles Grün, das meist als zitronengelbgrün zu bezeichnen ist; dann hellgrün, ein Grün in

dem die gelbe Valenz nur sehr schwach, oder nicht mehr hervortritt; mittelhellgrün, ein reines Grün etwa mittel blattgrün; als nächste Stufe folgt dann ein mittleres Dunkelgrün, entsprechend dem smaragdgrün; dann dunkelgrün der Färbung eines Tannenwaldes entsprechend und endlich ein schwarzgrün, in welchem das Grün nur sehr wenig hervortritt. In analoger Weise wurden auch die übrigen Farbtöne abgestuft, z. B. braun oder ocker.

Mit der Beobachtung der Hautfarbe allein habe ich mich nicht begnügt, sondern jedesmal wurde auch der Ballungszustand der Schwimnhautmelanophoren mikroskopisch untersucht. Diese Untersuchung am nicht narkotisierten Tier könnte leicht eine Fehlerquelle in sich schließen, weil man dabei eine stärkere Hautreizung hervorrufen kann, welche nach den Erfahrungen aller Autoren zu einer Aufhellung führt. Aber man lernt es sehr bald, das Tier in der einen Hohlhand zu halten und die Schwimnhaut des einen Hinterbeines zwischen Zeigefinger und Daumen derselben Hand auszubreiten, ohne das Tier dabei unnötig zu malträtieren. Da bei der nötigen Übung diese ganze Untersuchung kaum eine halbe Minute dauert, so wird der dadurch bedingte Fehler besonders deshalb nicht sehr groß sein, weil die Veränderungen der Schwimnhautmelanophoren erst relativ spät erfolgen. Für die allgemeine Hautfärbung kommt ein so entstandener Fehler überhaupt nicht in Betracht, da die mikroskopische Untersuchung der Schwimnhaut immer erst am Schlusse der jeweiligen Beobachtung angestellt wurde. Die mikroskopische Untersuchung der Schwimnhaut zeigte, dass die Schwimnhautmelanophoren im großen und ganzen eine der Färbungsänderung der Haut entsprechende Veränderung aufweisen. Aber es ist nicht zu verkennen, dass häufig keine vollkommene Kongruenz der beiden Veränderungen besteht, indem verhältnismäßig häufig einer starken Verdunkelung der ganzen Haut eine nur mäßige Expansion der Schwimnhautmelanophoren entspricht, und andererseits sehr starke Aufhellungen der Haut von nur geringfügigen Ballungszuständen der Schwimnhautmelanophoren begleitet sein können. Überhaupt habe ich bei meinen Versuchen an mehr als 500 Fröschen, wobei jedes Tier durchschnittlich fünfmal untersucht wurde, die Erfahrung gemacht, dass die Veränderungen der Schwimnhautmelanophoren bedeutend langsamer ablaufen, als die der Melanophoren der übrigen Haut. Ferner zeigt sich, dass nicht alle Melanophoren den gleichen Ballungszustand zeigen, sondern es können da sehr weitgehende Differenzen zwischen einzelnen Zellgruppen oder einzelnen Zellen bestehen. Besonders auffallend war es mir, dass ganz oberflächlich in der Epidermis gelegene, reich verzweigte, dunkle Pigmentzellen sich an den Reaktionen der übrigen Zellen überhaupt nicht beteiligen und durch keines der angewandten Mittel zur

Ballung zu bringen waren. Diese dunkel gefärbten Pigmentzellen sind wahrscheinlich gar nicht mit den übrigen dunklen Pigmentzellen, den echten Melanophoren, auf eine Stufe zu stellen. Wahrscheinlich handelt es sich um eine den Leukophoren entsprechende Gattung von Pigmentzellen, die aber ein braunes Pigment enthalten. Ähnliche Zellen hat auch Ehrmann beschrieben. Bei genauerem Zusehen kann man immer mehrere mir charakteristisch erscheinende Unterschiede zwischen diesen Zellen und den echten Melanophoren auffinden. Vor allem ist das Pigment der in Rede stehenden Zellen braun, während die eigentlichen Melanophoren ein schwärzeres Pigment enthalten; auch sind die Körnelungen der beiden Pigmente verschieden, indem das braune Pigment mehr homogen, fast ungekörnelt erscheint. Ferner zeigt auch die Form dieser oberflächlich gelegenen, braunen Pigmentzellen sehr viel Ähnlichkeit mit den Leukophoren. Sie sind gewöhnlich flechtenartig gelappt und erinnern in ihrem ganzen Aussehen an das isländische Moos (*Cetraria islandica*). Sie haben verhältnismäßig breite, kurze verzweigte Fortsätze, die nie die Feinheit und Schlankheit der Fortsätze der eigentlichen Melanophoren aufweisen. An den Xantholeukophoren und Erythrophoren habe ich niemals eine Reaktion gesehen, so dass ich in Übereinstimmung mit der Mehrzahl der Autoren die Farbenveränderung als nur durch die Melanophoren bedingt ansehen muss.

Die mikroskopische Untersuchung der Schwimnhaut bot auch noch den Vorteil, dass ich immer über den jeweiligen Zustand des Blutkreislaufes unterrichtet war, welcher den Ballungszustand der Pigmentzellen sehr wesentlich beeinflusst, wie aus den Versuchen von Lister, Hering und Hoyer¹⁾, Biedermann, Steinach hervorgeht. Diese Fehlerquelle konnte für meine Versuche umso bedeutungsvoller werden, weil ja manche der angewandten Alkaloide, wie z. B. Atropin, Veratrin, die Herztätigkeit beeinflussen.

Ferner wurde der Einfluss der Feuchtigkeit, Temperatur und Belichtung in meinen Versuchen immer genau berücksichtigt, so dass diese Faktoren als Fehlerquellen nicht in Betracht kommen, und die beobachteten Farbenveränderungen nur auf die Wirkungen der verwendeten Alkaloide zu beziehen sind.

Die Tiere wurden tagsüber fortlaufend beobachtet, aber nur in größeren Zwischenräumen wurde eine genauere mikroskopische Untersuchung vorgenommen, namentlich dann, wenn eine Farbenveränderung deutlich war. Eine Beobachtungspause findet sich nur

1) Hoyer, Über die Bewegungen der sternförmigen Pigmentzellen und die dadurch erzeugten Veränderungen in der Hautfarbe der Frösche. Nach Untersuchungen von Th. Hering mitgeteilt. Zentralblatt f. d. medizinischen Wissenschaften. 7. Jahrg. 1869.

in der Zeit zwischen acht Uhr abends bis acht Uhr morgens. Da es sich bei den vorliegenden Untersuchungen nicht darum handelt, die genauen Zeiträume des Eintrittes und Ablaufes der Farbenveränderungen, sowie der sonstigen Wirkungen der einzelnen Alkaloide, wie Lähmungen und Krämpfe, zu bestimmen, so genügt es von Zeit zu Zeit, in wechselnden Intervallen die mikroskopische Untersuchung auszuführen. Eine genaue Bestimmung der Zeitpunkte wäre auch gar nicht möglich gewesen, weil manchmal der Beginn oder das Ende der Krämpfe oder Lähmungen in die Zeit der Beobachtungspause fällt. Die von mir diesbezüglich gemachten Angaben stellen einfach den Befund zur angegebenen Zeit dar, der zur Beurteilung des Versuches möglichst vollkommen geschildert werden muss.

Sämtliche Versuche wurden an frisch gefangenen Tieren, sowohl vor, wie nach der Laichzeit angestellt. Die einzelnen Agenzien wurden in Lösungen vermittle Pravez'scher Spritze in den Rückenlymphsack injiziert. Von den meisten Alkaloiden wurde eine einprozentige Lösung verwendet und zwar von Atropin, Cocain, Coniin, Eserin, Morphinum, Nikotin; dagegen wurde verwendet: das Brucin in einer halbprozentigen, Kurare in einer einpromilligen und zehntelpromilligen, Nikotin auch in einer einpromilligen, Strychnin in einer halb- und zehntelpromilligen und endlich das Veratrin in einer viertelprozentigen und einpromilligen Lösung. Mehr als ein cm^3 der Lösung wurde den Tieren nie injiziert, um eine Nebenwirkung durch die Flüssigkeitsansammlung im Rückenlymphsack zu vermeiden. Für die Mengen von 0,5—1 cm^3 wurden stets große Tiere ausgesucht, damit die injizierte Flüssigkeitsmenge keine lokale starke Hautanspannung hervorrufe. Man könnte gegen diese Injektionsversuche den Einwand geltend machen, dass die Substanzen, da sie nicht in isotonischen Lösungen injiziert worden sind, eigentlich nur osmotische Wirkungen entfaltet haben könnten. Es wäre zwar richtiger gewesen, die Lösungen durch einen entsprechenden Kochsalzzusatz isotonisch zu machen, aber ich glaube nicht, dass in meinen Versuchen durch osmotische Wirkungen Versuchsfehler bedingt worden seien. Vor allem ist die injizierte Flüssigkeitsmenge, die ja in den meisten Fällen nur Bruchteile eines cm^3 beträgt zu klein, um osmotische Wirkungen von längerer Dauer auszuüben. Solche osmotische Wirkungen hätten sich dann nur ganz lokal an der Injektionsstelle bemerkbar machen müssen. Ferner hätten dann alle hypertonischen Lösungen die gleichen Wirkungen entfalten müssen und ebenso wäre bei allen hypotonischen Lösungen eine gleiche Wirkung eingetreten, die der Wirkung der hypertonischen Lösungen vielleicht entgegengesetzt gewesen wäre. Da meine Versuche aber keine derartigen Beobachtungen ergaben, so darf ich eine Beeinflussung der Versuchsergebnisse durch rein osmotische Wirkungen der angewandten Lösungen mit Sicherheit

ausschließen. Deshalb habe ich auch eigens anzustellende Kontrollversuche nach dieser Richtung hin unterlassen.

Im folgenden seien nun die Versuche mit den einzelnen Alkaloiden ausführlicher beschrieben, wobei ich von einer Publikation der einzelnen Versuchsprotokolle Umgang nehme.

Atropin.

Die an *Rana fusca* angestellten sechs Versuche hatten folgenden Verlauf. Nach einer Injektion von 1 Milligramm (mg) Atropin tritt beim Männchen nach einer ganz kurz vorübergehenden, unwesentlichen Aufhellung eine noch nach 24 Stunden bemerkbare Verdunkelung ein, die zwar deutlich, aber nicht sehr hochgradig ist. Die Schwimnhautmelanophoren zeigen analoge Veränderungen wie die Hautfarbe, während das Kontrolltier seine helle Hautfarbe und den kugeligen Ballungszustand der Schwimnhautmelanophoren unverändert beibehält. Die Unterschiede sind sogar noch 41 Stunden nach der Injektion (= p. i.) zu sehen. Nachdem die Verdunkelung bei dem Versuchstier zurückgegangen war, wurden die Tiere in ganz seichtes Wasser gesetzt und im 17° warmen, halbhellen Zimmer gehalten. Nur bei dem Atropintier trat eine stärkere Verdunkelung ein, während das Kontrolltier ziemlich hell blieb. Ein Versuch mit 2 mg Atropin, der an einem Weibchen angestellt wurde, verlief unsicher. Wohl konnte die der Injektion folgende Aufhellung nach drei Stunden noch gesehen werden, auch folgte dann ein Dunkeln des Atropintieres, aber ein deutlich ausgeprägter Unterschied gegenüber dem Kontrolltier konnte zu keiner Zeit beobachtet werden. Dagegen waren bei einem anderen Weibchen, dem 3 mg Atropin injiziert worden waren, die Erfolge sehr deutlich. Drei Stunden nach der Injektion war die Aufhellung vorhanden. Bei den späteren Untersuchungen war das Atropintier stets dunkler als das Kontrolltier; auch ein 10stündiger Aufenthalt der beiden Tiere im seichten Wasser hatte den Unterschied nicht verschwinden lassen. Erst nach 41 Stunden (p. i.) beginnt er zu schwinden. Die analogen Veränderungen, nur viel stärker ausgeprägt, zeigte ein Männchen, dem 4 mg Atropin injiziert worden waren. Hier war nach 42 Stunden (p. i.) der Farbenunterschied noch sehr deutlich. Dagegen verlief ein Versuch mit 5 mg an einem Männchen vollständig resultatlos, ohne dass ein Grund dafür aufgefunden werden konnte. Von den sechs an *Rana fusca* angestellten Versuchen verliefen vier deutlich positiv, d. h. es erfolgte nach einer bald vorübergehenden, nicht sehr bedeutenden Aufhellung eine Verdunkelung des Versuchstieres; ein Versuch verlief unsicher und einer vollständig negativ.

Die 11 an *Rana esculenta* angestellten Versuche hatten folgendes Ergebnis: Nach Injektion von 1 mg Atropin bei einem Weibchen wurde bei der nach 2 Stunden 20 Minuten vorgenommenen Unter-

suchung eine Lähmung und Aufhellung konstatiert, die auch noch nach 18 Stunden 39 Minuten (p. i.) vorhanden waren. Dann dunkelte das hellgrüne Tier bis mitteldunkelgrün nach und zeigte 48 Stunden 34 Minuten nach der Injektion keine wesentlich stärkere Verdunkelung als das unter gleichen Bedingungen (im seichten Wasser, in der 12^o warmen photographischen, vollständig verdunkelten Kammer) gehaltene Kontrolltier. Ein Versuch mit 2 mg Atropin an einem Männchen zeigte mit Ausnahme der nach 2 Stunden 12 Minuten (p. i.) beobachteten Lähmung und Aufhellung, die nach 18 Stunden 36 Minuten einer neuen mäßigen Verdunkelung Platz gemacht hatte, keine besonderen Erscheinungen. Bis 48 Stunden 40 Minuten (p. i.) waren Versuchs- und Kontrolltier stets gleich gefärbt. Bei den mittleren Atropindosen von 3—6 mg waren die Veränderungen sehr deutlich, mit Ausnahme eines Versuches mit 5 mg an einem Männchen. Bei der nach durchschnittlich 2 Stunden (p. i.) vorgenommenen Untersuchung waren die Atropintiere gelähmt und ziemlich aufgehellt. Dabei war aber zu konstatieren, dass zu dieser Zeit die Aufhellung entsprechend der größeren Alkaloiddosis immer geringer wurde. Nach 18 Stunden (p. i.) waren die Versuchstiere bereits wesentlich dunkler als die Kontrolltiere. Der Unterschied war sogar 45 Stunden nach der Injektion noch deutlich, nachdem die Tiere 15 Stunden in der 12^o warmen Dunkelkammer im seichten Wasser gehalten worden waren. Wurden die Tiere dann in das 17^o warme, helle Zimmer gebracht und trocken gesetzt, so hellten sich die Kontrolltiere rascher und stärker auf als die Versuchstiere. Selbst nach 48 Stunden (p. i.), also nach dreistündiger Einwirkung des Lichtes, der Wärme und der Trockenheit war der Unterschied in der Farbe noch bemerkbar, begann aber dann zu verschwinden.

Bei den höheren Dosen von 7—10 mg Atropin war nach 1 Stunde (p. i.) zwar die Lähmung vorhanden, aber die Aufhellung war bereits sehr gering und fehlte bei den Versuchen von 9 und 10 mgr bereits vollständig, wo sofort ein Dunkeln des atropinisierten Tieres beobachtet werden konnte. Im übrigen sind die Erscheinungen dieselben wie bei den mittleren Dosen; auch hier sind die Unterschiede nach 48 Stunden (p. i.) nicht mehr besonders hervortretend und verlieren sich dann allmählich.

Es muss besonders hervorgehoben werden, dass das Atropin keine sehr starken Farbenveränderungen bedingt, sie werden bei den höheren Dosen wohl deutlicher als bei den kleinen, aber niemals ist eine starke Verdunkelung vorhanden, sie hält sich vielmehr immer in mittleren Grenzen; bei schwachen Dosen tritt sie wenig hervor, immerhin ist sie sicher zu erkennen. Werden die Atropintiere ganz trocken gehalten, dann kann die Verdunkelung vollkommen fehlen. Es ist dieses Verhalten leicht zu verstehen, weil Trockenheit nach den Versuchen von Biedermann und

anderen Autoren ein starker Reiz zur Ballung des Pigmentes ist. Bedenkt man aber noch, dass das Atropin die Drüsensekretion lähmt, so wird die Haut dann ganz besonders stark trocken und diese Trockenheit vermehrt die Wirkung der ballenden Reize, so dass nur diese allein zur Geltung kommen.

Von den elf Versuchen an *Rana esculenta* sind acht positiv (Verdunkelung), zwei mit schwachen Dosen schwach positiv und einer negativ verlaufen.

Brucin.

An *Rana fusca* wurden 19 Versuche mit Brucin angestellt. Bei der niedrigsten angewandten Dosis, 0,25 mg, konnten keine Krämpfe beobachtet werden. 2 Stunden 30 Minuten nach der Injektion zeigte das Versuchstier eine deutliche Aufhellung der Hautfarbe, mit der eine entsprechende Ballung der Schwimmhautmelanophoren Hand in Hand geht, indem diese aus dem netzförmigen Expansionszustand in den sternförmigen übergegangen sind und zahlreiche feine spitze Fortsätze aufweisen, die keinen Zusammenhang untereinander mehr erkennen lassen. Das unter den gleichen Bedingungen (im seichten Wasser, im hellen, 14° warmen Zimmer) gehaltene Kontrolltier hat weder seine dunkle, schwarzgrüne Hautfarbe, noch die netzförmige Expansion der Schwimmhautmelanophoren geändert. Ein darauffolgendes 20stündiges Verweilen in der 12° warmen Dunkelkammer hat den vorherbestandenen Unterschied nicht verschwinden lassen, obgleich beide Tiere etwas nachgedunkelt sind. Der Unterschied ist nach 24 Stunden (p. i.) noch immer deutlich, wenn auch etwas schwächer als früher; selbst nach 46 Stunden (p. i.) ist er noch vorhanden und beginnt um die 53. Stunde (p. i.) zu verschwinden. Ganz analoge Erscheinungen sind bei Brucindosen bis zu 0,75 mg zu beobachten. Bei diesen etwas höheren Dosen sind die Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrolltier noch deutlicher. Bei Dosen von 1—1,5 mg sind die Ergebnisse wohl auch noch im wesentlichen mit den vorhergeschilderten im Einklange. Nach 3 Stunden (p. i.) war bei dem mit 1,5 mg behandelten Tier ein deutlicher Strecktetanus eingetreten, der mit einer Aufhellung der Haut und Ballung der Schwimmhautmelanophoren einherging. Die Aufhellung war noch nach 26 Stunden (p. i.) zu konstatieren, obwohl der Unterschied zu dieser Zeit nicht mehr bedeutend war; die Tiere hatten die vorhergehenden letzten 21 Stunden in der 12° warmen Dunkelkammer im seichten Wasser zugebracht. Gegen die 53. Stunde (p. i.) ist der Unterschied nur schwach angedeutet, eventuell nicht mehr zu sehen. Ein Versuch mit 1 mgr Brucin an einem Männchen fiel fast vollkommen negativ aus. Drei Stunden nach der Injektion wurde zwar eine geringfügige Ballung der Schwimmhautmelanophoren beobachtet, sonst zeigte aber das Brucintier keinen Unterschied gegenüber dem Kontrolltier. Da-

gegen zeigte ein anderes mit 1 mgr behandeltes Männchen, welches die beschriebene Aufhellung bis zur 23. Stunde (p. i.) gezeigt hat, 46 Stunden nach der Injektion eine deutliche Verdunkelung gegenüber dem Kontrolltier. Sie tritt bei höheren Dosen noch stärker hervor. Das Gleiche konnte nach der Injektion von 1,25 mg Brucin beobachtet werden, nachdem die Tiere die letzten 20 Stunden trocken im hellen, 10° warmen Zimmer gehalten worden waren und nach dieser Frist wieder 1 Stunde im seichten Wasser sich befanden. Das Kontrolltier hatte sich dabei nur wenig, oder fast nicht, das Brucintier aber viel stärker verdunkelt. Diese stärkere Verdunkelung ist als eine gesteigerte Erregbarkeit gegenüber dem Feuchtigkeitsreiz zu deuten, welche infolge der Brucinwirkung eingetreten ist.

Bei den höheren Dosen von 2—5 mg gestalten sich die Erscheinungen insofern etwas verschieden, als bei diesen Brucingaben die Streckkrämpfe, je nach der Höhe der angewandten Dosis von mehr oder weniger ausgesprochenen Lähmungen von verschieden langer Dauer gefolgt sind, die wohl als Erschöpfungszustände angesehen werden können. Beobachtet man das Tier während des Krampfstadiums, das bei Dosen von 2—3 mg etwa 3 Stunden nach der Injektion stark ausgeprägt ist, dann kann man meist eine Aufhellung der Haut und entsprechende Ballung der Schwimmbhautmelanophoren konstatieren, trotzdem sich Versuchs- und Kontrolltier in ganz seichtem Wasser im 17° warmen Zimmer befinden. Ist dagegen das Versuchstier nach 7 Stunden (p. i.) bereits gelähmt, was bei Dosen von 3,5—4 mg oder mehr der Fall ist, dann sind die Brucintiere dunkler als die Kontrolltiere. Die Schwimmbhautmelanophoren zeigen entsprechende, gleichsinnige Unterschiede ihres Ballungszustandes. Bei großen Tieren kann aber selbst nach 4,5—5 mgr Brucin um diese Zeit die Lähmung noch fehlen und das Krampfstadium noch ausgesprochen sein. Unter diesen Verhältnissen zeigen dann die Versuchstiere eine mehr oder weniger ausgesprochene Aufhellung gegenüber den Kontrolltieren. Diese wechselnden Verhältnisse sind auch noch 24 Stunden nach der Injektion zu finden, trotzdem die Tiere die letzten 21 Stunden in der 12° warmen Dunkelkammer im seichten Wasser sich befunden haben. Haben die Versuchstiere die Lähmung zu dieser Zeit überwunden und befinden sich wieder im Krampfstadium, oder dem Stadium deutlich erhöhter Reflexerregbarkeit (gespreizte Haltung), dann sind die Versuchstiere dunkler als die Kontrolltiere, und dieser Zustand ist auch noch nach 29 Stunden (p. i.) zu konstatieren, trotzdem die Tiere die letzten 5 Stunden wieder im hellen, 17° warmen Zimmer, aber im seichten Wasser sich befunden haben. Nach 53 Stunden (p. i.) sind die beiden Tiere meist wieder gleich hell, wengleich auch noch zu dieser Zeit gelegentlich Zeichen einer gesteigerten Reaktion auf koloratorische Reize bemerkbar sein können.

Besondere Beachtung verdient die beschriebene Verdunkelung der Brucintiere während der Lähmung und der späteren Stadien nach der vorhergegangenen Aufhellung im Krampfstadium. Ich will zwar in dieser Mitteilung auf den Angriffspunkt der einzelnen Alkaloide nicht eingehen, sondern muss die Beantwortung dieser Frage einer späteren Mitteilung vorbehalten, aber ich möchte doch schon an dieser Stelle hervorheben, dass die eben erwähnte Verdunkelung in zweifacher Weise beurteilt werden kann: einmal als Lähmungs- bzw. Erschöpfungserscheinung der Pigmentzellen oder deren nervösen Apparate, oder zweitens, was wahrscheinlicher ist und durch die Versuche an Eskulenten bestätigt wird, als gesteigerte Reaktion, da sich die Tiere während des Versuches in ganz seichtem Wasser befanden, so dass der Reiz der geringen Feuchtigkeit beim Brucintier bereits hinreichte, um eine Verdunkelung herbeizuführen, während er bei den Kontrolltieren dazu nicht stark genug war.

Von den neunzehn angestellten Versuchen ist nur ein einziger vollständig resultatlos verlaufen.

An *Rana esculenta* wurden 18 Versuche angestellt, welche eine komplizierte Wirkung des Brucins auf den koloratorischen Apparat erkennen ließen. Nach Injektion von 0,5 mg Brucin trat innerhalb von 5 Minuten eine vollständige motorische Lähmung ein, ohne dass vorher auch nur der geringste Aufregungszustand zu beobachten gewesen wäre. Krämpfe wurden niemals beobachtet, auch nicht während des Abklingens der Lähmung. Im Anfang des Lähmungsstadiums konnte eine bald vorübergehende geringfügige Verdunkelung des Versuchstieres gegenüber dem Kontrolltier beobachtet werden, während die Tiere fast trocken, im hellen, 12° warmen Zimmer gehalten wurden. Die Lähmung war nach 48 Stunden (p. i.) verschwunden; während der ganzen 76 Stunden währenden Beobachtungszeit konnte kein sicherer Farbenunterschied, außer der erwähnten Verdunkelung, beobachtet werden.

Nach Injektion von 1,0—2,5 mg Brucin zeigten sämtliche Versuchstiere schon nach wenigen Minuten eine vollständige motorische Lähmung wiederum ohne jeden vorangegangenen Erregungszustand. Bei der Mehrzahl der Versuchstiere trat eine Verdunkelung gegenüber den Kontrolltieren ein, die manchmal sehr bedeutende Grade erreichte, manchmal wohl deutlich, aber nicht sehr stark war. Diese Verdunkelung der in ganz seichtem Wasser, fast trocken im hellen, 12,5° warmen Zimmer gehaltenen Tiere war bis zu 5—6 Stunden (p. i.) zu beobachten. Nur in einem Falle nach Injektion von 2 mg bei einem Weibchen fehlte sie vollständig; dieses Tier war während der ganzen Versuchsdauer heller als das Kontrolltier. Zwischen 7. und 8. Stunde (p. i.) waren alle Versuchstiere, bis auf eine Ausnahme (♀ mit 1,5 mg) heller als die Kontrolltiere und diese Aufhellung, die nicht sehr hochgradig, aber wohl deutlich er-

kennbar war, blieb bis 24 Stunden (p. i.) bestehen, nachdem die Tiere die letzten 18 Stunden im hellen, 13^o warmen Zimmer, fast trocken gehalten worden waren. Nach einem folgenden zweistündigen Aufenthalt in seichtem Wasser, im hellen, 13^o warmen Zimmer, waren alle Versuchstiere mit Ausnahme eines einzigen (♀ mit 2 mg) dunkler als die Kontrolltiere. Die Lähmung war bei diesen Brucindosen nach 54 Stunden (p. i.) noch voll ausgeprägt und erst nach 78—85 Stunden (p. i.) im Abklingen bzw. verschwunden.

Nach Injektion von 3—5 mg Brucin trat fast unmittelbar nach der Injektion die Lähmung ein, welche mit einer Verdunkelung der Versuchstiere einherging, die um so intensiver ist, je höher die injizierte Alkaloiddosis war. Nach 8 Stunden (p. i.) war die Verdunkelung der Versuchstiere noch deutlich vorhanden, wenngleich auch schon im Rückgange begriffen. Bei der nach 23—24 Stunden (p. i.) vorgenommenen Untersuchung waren die Versuchstiere stets heller als die Kontrolltiere, nachdem die Tiere die letzten 17 Stunden fast trocken, im hellen, 13^o warmen Zimmer gehalten worden waren. Ein zweistündiges Verweilen im seichten Wasser zwischen 24. bis 26. Versuchsstunde bewirkte bei den mit 3 mg injizierten Tieren wie bei den vorher geschilderten Versuchen ein stärkeres Dunkeln des Versuchstieres als des Kontrolltieres. Dagegen waren die mit 3,5—5,0 mg Brucin behandelten Tiere selbst im seichten Wasser stets heller als die Kontrolltiere.

Ein 22stündiger Aufenthalt der Tiere im seichten Wasser in der 15^o warmen Dunkelkammer (26. bis 48. Stunde p. i.) hatte bei den niederen Dosen von 0,5—2,0 mg keinen sicheren Erfolg, dagegen war bei Dosen von 2,5—3,0 mg das Versuchstier dunkler als das Kontrolltier, hingegen war bei Dosen von 3,5—5,0 mg das Versuchstier stets bedeutend heller als das Kontrolltier.

Die nach der Lähmung des Versuchstieres eingetretene Verdunkelung kann unmöglich mit der motorischen Lähmung und der durch diese hervorgerufenen Dyspnoe in direkte Beziehung gebracht werden. Ich möchte sie vielmehr als eine direkte Alkaloidwirkung auf den koloratorischen Apparat ansehen. Die während des späteren Lähmungsstadiums beobachtete stärkere Aufhellung des Versuchstieres ist ebenso wie die stärkere Verdunkelung der Brucintiere nach dem Einbringen in seichtes Wasser nur als eine gesteigerte Reaktionsfähigkeit des koloratorischen Apparates auf den Trocken- bzw. Feuchtigkeitsreiz anzusehen. Das gleiche gilt für das Verhalten der Brucintiere in der Dunkelkammer, so dass wir dem Brucin auch eine Steigerung der photischen Reizbarkeit des koloratorischen Apparates zuerkennen müssen. In höheren Dosen (von 3,5 mg an) übt aber das Brucin eine direkte Aufhellungswirkung aus, denn hier waren die Brucintiere stets heller als die Kontrolltiere und zwar unter Versuchsbedingungen,

die bei normaler oder gesteigerter Erregbarkeit des koloratorischen Apparates eine starke Verdunkelung der Versuchstiere hätten herbeiführen müssen.

In den Versuchsergebnissen treten zwischen den beiden *Rana*-Arten besonders merkwürdige Reaktionsverschiedenheiten hervor. Als auffallendste Erscheinung muss hervorgehoben werden die bei *Rana esculenta* sofort eintretende Lähmung, während *fusca*-Exemplare eine sich steigernde Reflexerregbarkeit aufweisen, die nach 2—3 Stunden zu allgemeinen Reflexkrämpfen führt. Aber auch der koloratorische Apparat zeigt bemerkenswerte Reaktionsverschiedenheiten bei den beiden Froscharten. Bei *fusca* tritt nur eine Aufhellungswirkung auf, welcher eine Erregbarkeitssteigerung des koloratorischen Apparates nachfolgt. Bei *Rana esculenta* ist anfänglich eine Verdunkelungswirkung des Alkaloides zu konstatieren, und nur die höchsten Dosen haben später eine direkte aufhellende Wirkung. Diese hervorgehobenen Unterschiede sind gewiss interessante Beispiele physiologischer Artverschiedenheiten und Artmerkmale.

Da es sich in meinen Versuchen um ein älteres Brucinpräparat handelt, so möchte ich nicht behaupten wollen, dass rein dargestelltes Brucin die beschriebenen Wirkungen hat, zumal die käuflichen Alkaloide immer Mischungen verschiedener Alkaloide sind. Worauf es mir vielmehr ankommt, ist, dass die beiden *Rana*-Arten nach Injektion ein und derselben Lösung verschieden reagieren, also mindestens eine elektive Reaktionsfähigkeit gegenüber ein und demselben Substanzgemisch besitzen.

Cocain.

Die 7 an *Rana fusca* angestellten Versuche zeigten nachstehenden Verlauf. Nach der Injektion von 1 mg Cocain konnte bei der nach 1—1½ Stunden (p. i.) vorgenommenen Untersuchung eine Lähmung des Versuchstieres konstatiert werden, die einer vorangegangenen kurzdauernden Erregungsperiode folgte, welche von einer deutlichen Aufhellung der Haut und entsprechenden Ballung der Schwimnhautmelanophoren begleitet ist. Sobald die Lähmung vorübergegangen ist, was nach ungefähr 3 Stunden (p. i.) der Fall war, bleibt eine geringfügige Aufhellung noch bestehen, die aber sehr bald verschwindet und nur eine mäßig gesteigerte Reaktionsfähigkeit gegen Feuchtigkeit und Temperatur zurücklässt, welche allerdings noch bis 70 Stunden, ja sogar bis 100 Stunden nach der Injektion erhalten sein kann. Ganz analog verhalten sich die Tiere bei steigenden Dosen bis zu 5 mg, wo die Lähmung und die sie begleitende Aufhellung einmal sogar bis zur 24. Stunde (p. i.) nachweisbar war. In diesem Falle war sogar nach 114 Stunden die gesteigerte Empfindlichkeit gegen koloratorische Reize noch vorhanden.

An *Rana esculenta* wurden 10 Versuche angestellt. Im großen und ganzen sind die Versuchsergebnisse die gleichen wie bei *Rana fusca*, doch habe ich den Eindruck gewonnen, als ob *Rana esculenta* in etwas geringerem Grade gegen Cocain empfindlich wäre. Ich möchte aber diese Frage noch nicht für definitiv entschieden erklären, da das untersuchte Material mir nicht zahlreich genug erscheint. Bei allen Versuchen an *Rana esculenta* wurde bei der nach $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden (p. i.) stattgehabten Untersuchung eine Lähmung des Versuchstieres konstatiert, welche von einer deutlichen Aufhellung der Hautfarbe und entsprechender Ballung der Schwimhautmelanophoren begleitet wird. Die Tiere befanden sich seit der Injektion im ganz seichten Wasser im hellen, 15° warmen Zimmer. Je nach der Größe der injizierten Cocaindosis ist die Lähmung nach 4 Stunden (p. i.) verschwunden wie z. B. bei Dosen bis zu 4 mg, während sie bei Dosen von 5—10 mg um diese Zeit noch vorhanden war. Nach 7 Stunden (p. i.) ist aber auch bei diesen Dosen die Lähmung bereits verschwunden, die Aufhellung der Versuchstiere gegenüber den Kontrolltieren ist dann nur mehr oder weniger angedeutet, oder sie kann bereits ganz fehlen. Jedoch habe ich sie auch noch bis zu 20 Stunden (p. i.) beobachtet. Eine gesteigerte Empfindlichkeit gegen alle koloratorischen Reize war bei den Cocaintieren sogar noch bis 72 Stunden nach der Injektion nachweisbar. Besonders hervorgehoben muss aber werden, dass die nach Cocaininjektion eintretenden Farbenveränderungen zwar nicht sehr stark, aber doch deutlich sind, so dass sie mit Sicherheit beobachtet werden können. Das gilt nicht nur für *Rana esculenta* sondern auch für *Rana fusca*. (Schluss folgt.)

W. Nagel. Handbuch der Physiologie des Menschen.

Bd. I. 2. Hälfte. — Bd. II. 1. Hälfte. — Bd. III. 2. Hälfte. — Bd. IV. 1. Hälfte.
Braunschweig. F. Vieweg u. Sohn. 1905 u. 1906.

Von dem von W. Nagel herausgegebenen Handbuch, dessen zuerst ausgegebener Bd. III im Centralbl. XXV, 557 angezeigt worden ist, sind inzwischen wiederum drei Halbbände ausgegeben worden. Entsprechend der Aufgabe, welches sich dieses Handbuch stellt, in erster Linie dem Physiologen von Fach zu dienen, in zweiter Linie allen denen, deren Fachwissenschaft der physiologischen Einzelkenntnis bedarf, ist der Hauptnachdruck auf die Darstellung vieler speziellen Einzelheiten gelegt, hinter welche die großen Züge der wissenschaftlichen Gesamtdarstellung zuweilen zurücktreten. Hervorheben möchte ich aus diesem Bande außer dem schon früher gewürdigten Abschnitt des Herrn v. Kries noch den Abschnitt des Herrn Zoth, welcher der schwierigen Aufgabe, meist auf Grund eigener Forschungen, in vollem Maße gerecht wird.

Die 2. Hälfte des I. Bandes bringt aus der Feder des Herrn Tigerstedt in Helsingfors die Physiologie des Stoffwechsels und

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [26](#)

Autor(en)/Author(s): Fuchs R. F.

Artikel/Article: [Zur Physiologie der Pigmentzellen. 863-879](#)