

Beobachtungen über die pigmentation : der haut bei scillium catulus und canicula, und ihre zuordnung zu der segmentalen hautinnervation dieser thiere / von Dr. G.A. Van Rijnberk, in Roma.

Contributors

Rijnberk, Gérard van, 1875-1953.
Sherrington, Charles Scott, Sir, 1857-1952.
Royal College of Surgeons of England

Publication/Creation

Roma : Petrus Camper, [1904]

Persistent URL

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

Provider

Royal College of Surgeons

License and attribution

This material has been provided by This material has been provided by The Royal College of Surgeons of England. The original may be consulted at The Royal College of Surgeons of England. where the originals may be consulted. Conditions of use: it is possible this item is protected by copyright and/or related rights. You are free to use this item in any way that is permitted by the copyright and related rights legislation that applies to your use. For other uses you need to obtain permission from the rights-holder(s).

*Prof. Dr. J. Herington
with administrative permission
The Weber*

9.

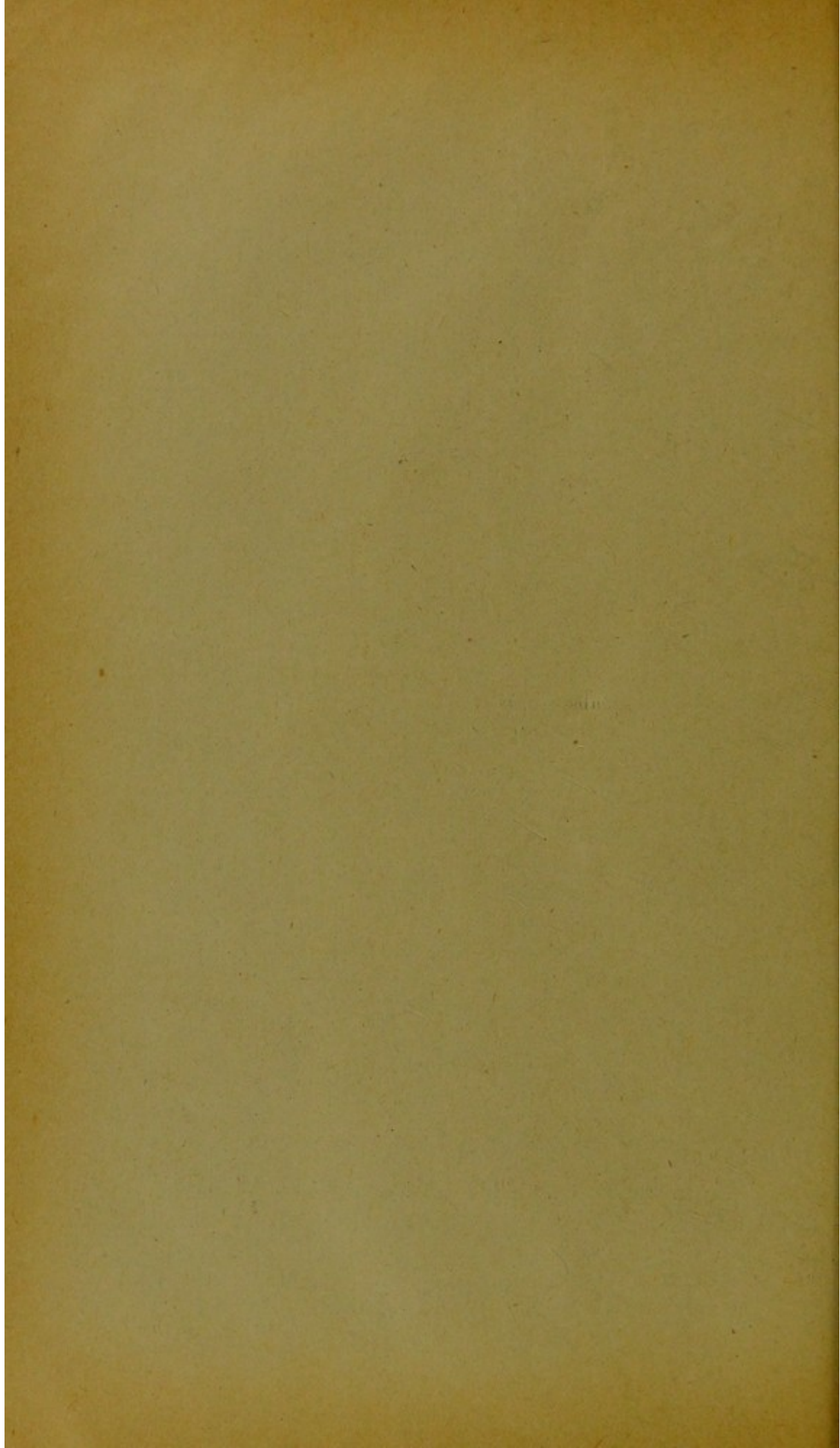
BEOBACHTUNGEN ÜBER DIE PIGMENTATION
DER HAUT BEI SCILLIUM CATULUS UND CANICULA,
UND IHRE ZUORDNUNG ZU DER SEGMENTALEN
HAUTINNERVATION DIESER THIERS,

VON

DR. G. A. VAN RIJNBEEK,
in Roma.



(Overdruk uit „PETRUS CAMPER”, DI. III, Afl. 1.)





BEOBSACHTUNGEN ÜBER DIE PIGMENTATION DER HAUT
BEI SCYLLIUM CATULUS UND CANICULA, UND IHRE
ZUORDNUNG ZU DER SEGMENTALEN HAUTINNERVATION
DIESER THIERE,

VON

Dr. G. A. VAN RIJNBERK,

in Roma.

Mit 26 Textfiguren.

A. Die periphere Ausdehnung der hinteren Rückenmarkswurzeln in der Haut von *Scyllium catulus*.

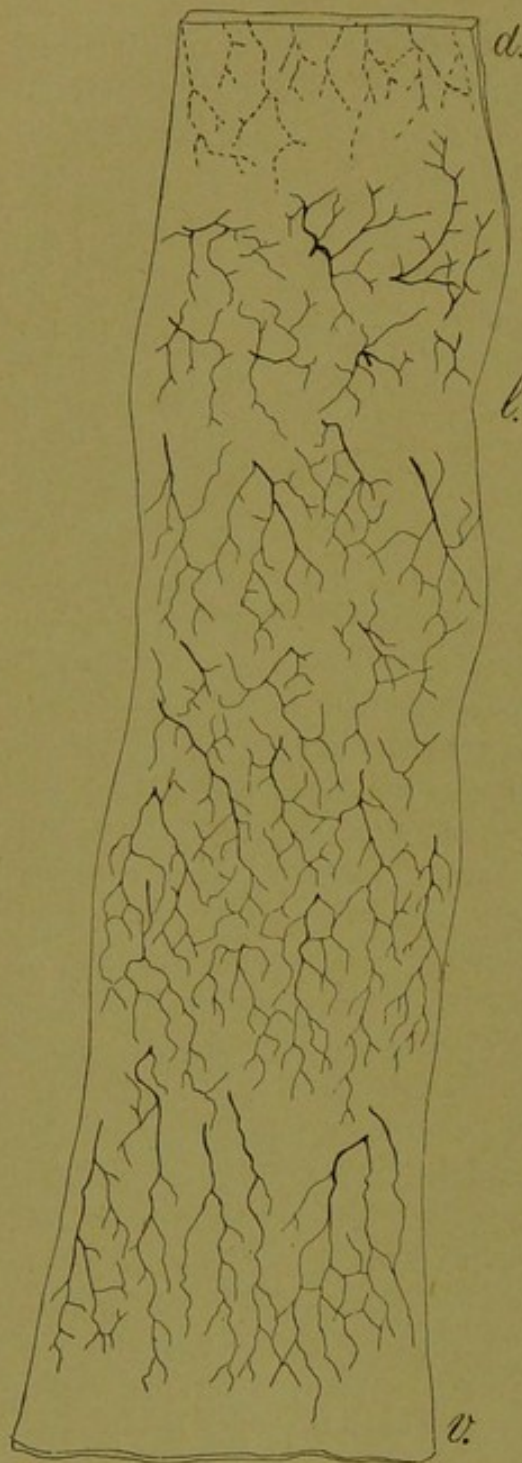
Nachdem ich mit Prof. C. Winkler, im Laboratorium der Neurologie zu Amsterdam, eine experimentelle Studie über „die Functionen und die Form der Rumpfermatome“ beim Hunde vollendet hatte (1), habe ich in Neapel eine neue Reihe Experimente angestellt, welche beabsichtigten, die Anordnung, Form, Grösse und Function der Dermatome (Innervationsgebiet der Haut eines Spinalnerven) bei niederen Formen kennen zu lernen. Als Versuchsobject ist *Scyllium catulus* (und später auch *Scyllium canicula*) gewählt, dessen Widerstandsfähigkeit operativen Eingriffen gegenüber sehr gross ist, dessen Körperbau in jeder Hinsicht günstig ist für Rückenmarksoperationen, während das Fehlen von Schuppen in ihrer glatten Haut diese Thiere vorzüglich eignet für eine genaue Localisation des Schmerzreizes, den ich benützen wollte.

Noch einen Vorzug bietet diese Thierart. Schon lange war ich überzeugt, dass ein Verstehen und folglich die Deutung der mit physiologischen Methoden errungenen Resultate über die Form und die Function der Dermatomen, nur möglich sein kann, falls man eine genaue Kenntniss besitzt von den anatomischen Verhältnissen welche bei der Hautinnervation vorherrschen, das heisst, falls man die Nerven ausbreitung in der Haut mit genügender Genauigkeit festgestellt hatte, und zwar genauer als die feinste Dissection bei diesen Thieren sie zu zeigen vermag.

Eine einfache und sehr demonstrative Methode zu diesem Zwecke ist vor einigen Jahren von Nussbaum mitgeteilt worden und seit dem von Ottendorf, Kühn u. a. mit gutem Erfolge angewendet. Sie behandeln die Haut mit Essigsäure und Osmiumsäure, wodurch das Eintreten und der Verlauf der Hautnerven bequem übersicht-

lich gemacht wird. Ursprünglich für mikroskopische Zwecke benützt, gibt diese Methode für grössere Stücke der Haut die mit blossem

Fig. 1.



Verästelung der Hautnerven in der Rumpfhaut von *Scyllium catulus*. *d.* Dorsale Medianlinie; *l.* Seitenlinie; *v.* Ventrale Medianlinie. (Vergrössert.)

Experimente sich vorläufig ausschliesslich beschäftigen werden mit den hintern Rückenmarkswurzeln des Rumpfes.

Auge oder mit Lupenvergrösserung besichtigt werden sollen, vorzügliche Resultate: da sie eine allgemeine Uebersicht über die Nervenvertheilung ermöglicht. Für die Essig-Osmiumsäure-Methode ist nun die Haut von *Scyllium catulus* vorzüglich geeignet.

Ich wandte die Methode folgenden Weise an. Man dissecirt sehr sorgfältig ein grosses Hautstück, z.B. 5 c.M. gross, das man sich vom Rücken bis zum Bauche des Rumpfes ausschneidet. Das ausgeschnittene Hautstück wird in eine 3 procentige Essigsäure-lösung gebracht, zu welcher auf jeder 100 c.M³. ungefähr 10 c.c.M³. Glycerine gefügt war.

Nach 24 Stunden wird das so vorbereitete Hautstück in eine 0.2% Osmiumsäure-Lösung gebracht, die ungefähr 2 Stunden einwirkt. Es ist empfehlenswerth den Schwärzungsprozess zu überwachen und abubrechen so bald das Optimum erreicht ist. Ist dies der Fall so wird das Praeparat in Glycerine übergeführt, am liebsten in eine grosse Menge. In den ersten Tagen wechselt man und conservirt am Ende in Glycerine mit einigen Tropfen Formaline.

Ich beschränke mich auf die Mittheilung der Nervenverbreitung im dorso-ventralen Hautlappen des Rumpfes, da meine

In Fig. 1 sind die Verästelungen der Nerven abgebildet, so wie sie sich nach der Schwärzung zeigen, in einem ungefähr 3 c.M. breiten Hautlappen welcher vom Rumpf, vom Rücken bis zum Bauch, ausgeschnitten ist. Schon bei einer oberflächlichen Betrachtung ist es klar, dass das ganze Gebiet in zwei individuell verschiedene Theile zerfällt.

Das eine Stück, einerseits von der dorsalen Mittellinie (*d*) begrenzt andererseits von der lateralen Linie (*l*), (die Linie des lateralen Sinnesorganes), kann man das dorsale Nervengebiet der Haut nennen. Die Nerven, die sich in diesem dorsalen Gebiete verästeln, sind Aeste von den rami dorsales oder posteriores der gemischten Rumpfnerven.

Das andere Stück, zwischen der lateralen Linie und der ventralen Mittellinie gefasst, bildet ein ventrales oder besser ein latero-ventrales Nervengebiet der Haut. Die Nerven, welche sich in diesem latero-ventralen Theile verästeln, sind Aeste der rami anteriores sive latero-ventrales der gemischten Rumpfnerven.

Auf welchem Weg die Aeste der Rumpfnerven die Haut erreichen, lasse ich unbesprochen, nur werde ich versuchen den Lauf der Hautnervenäste in der Cutis genauer zu verfolgen.

Im latero-ventralen Nervengebiet der Haut haben diese Nervenäste, so weit sie nach der Schwärzung makroskopisch sichtbar geworden, eine eigenthümliche Eigenschaft gemein, d. h. *sie wenden sich, sobald sie in die Hypodermis eingetreten, Alle nach derselben Seite, und zwar ventral* (s. Fig. 1).

Ganz anders im dorsalen Nervengebiet der Haut. Dort streben die Nerven, nachdem sie in die Hypodermis eingetreten sind, allen Richtungen zu, ausgenommen diejenigen, welche gerade in die dorsale Mittellinie eingetreten sind und auch in ventraler Richtung laufen.

Ueberdies kann man im latero-ventralen Gebiet der Hautnerven, wieder zwei Nebengebiete von einander trennen. Das mehr dorsal gelegene, das laterale Nervengebiet der Haut im engeren Sinne, wo sich zahlreiche unregelmässigen Reihen zugeordneten, nicht sehr dicke Nervenstämme finden; und das ventrale Nervengebiet im engeren Sinne, das seine Innervation einer einzigen, sehr regelmässig geordneten Reihe mächtiger Nervenäste entlehnt.

Das letztgenannte Hautstück stimmt mit der Unterfläche des Scyllium-Körpers überein und ist als ventrales Nervengebiet vom truncus ventralis des ramus anterior des Rumpfnerven innerviert, während das erstgenannte, übereinstimmend mit dem Theile des Scyllium-Körpers, der zwischen der Linie des lateralen Sinnesorganes und der Trennungslinie zwischen Unter- und Seitenfläche

seines Körpers abgegrenzt wird, als das Verästelungsgebiet des truncus lateralis dieses Astes, aufgefasst werden kann.

Der ausserordentliche Nervenreichtum und die mannigfaltige Verästelung der Nerven in dem latero-ventralen Nervengebiet ist ein Factum, dessen Bedeutung bei den später zu beschreibenden Experimenten gewürdigt werden wird.

Die genauere Betrachtung des abgebildeten Hautstückes zeigt weiterhin eine interessante Thatsache über die Anordnung der Eintrittsstellen der Nerven.

Zwar darf man, mit Rücksicht auf die immerhin etwas ungenaue Präparirmethode, nicht erwarten, dass das hier beschriebene Bild vollkommen den natürlichen Verhältnissen entspricht, aber dennoch tritt folgende Thatsache klar zu Tage: im dorsalen Nervengebiet der Haut liegen die Eintrittsstellen der Nerven, nahezu gleich weit von einander entfernt in zwei regelmässig geordneten Reihen (drei falls man die Reihe in der dorsalen Mittellinie mitzählt). Diese Reihen entstehen, weil die Eintrittsstellen auf derselben Entfernung von der dorsalen Mittellinie liegen. Es besteht hier also eine serielle Anordnung der Eintrittsstellen der Nerven, welche man im lateralen oder im ventralen Nervengebiet vermisst. Dort kann man gar nicht von einer bestimmten Regelmässigkeit in der Anordnung der Nerven Eintrittsstellen reden, es besteht keineswegs etwas Serielles in ihrer Anordnung.

Während man im dorsalen Gebiete einen sehr deutlichen Ausdruck findet der metameren Hautinnervation, ist dieses Prinzip im latero-ventralen Gebiete nicht zu erkennen. Die Ursache dieser sosehr verschiedenen Disposition der Verästelungen im dorsalen und im latero-ventralen Hautnervengebiet, kann ich hier nicht näher angeben, weil ich dazu den Lauf der gemischten Rumpfnerven beschreiben musste, worauf ich voraussätzlich hier nicht eingehe. Hier sei nur die Thatsache erwähnt, dass die obengenannte Verschiedenheit in der Disposition der Verästelung der Nerven, zwischen den beiden Nervengebieten der Haut besteht.

Eine andere Thatsache von einiger Wichtigkeit ist die Art und Weise, wie die Verästelungsgebiete der Hautnerven übereinandergreifen.

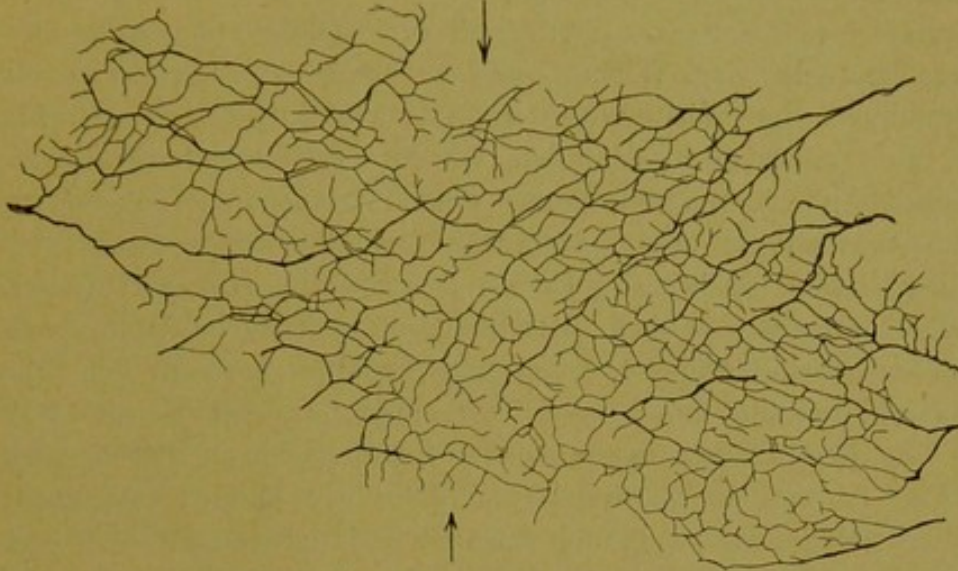
Im allgemeinen kann man sagen, dass die dorsal liegenden Nerven sich in ventraler Richtung verästeln, und zwar schicken sie ihre Ausläufer in das Gebiet der mehr ventral liegenden. Nirgendwo kommen Aeste vor, die in ventro-dorsaler Richtung zurücklaufen (s. Fig. 1).

Sehr klar zeigt Fig. 2 die Verhältnisse, welche an der ventralen Mittellinie vorherrschen, wo die Verästelungsgebiete der

von beiden Seiten dieser Linie zustrebenden in ventraler Richtung laufenden Aeste, an einander stossen und zum Theile übereinandergreifen.

Die Disposition der Nervenverästelung an der dorsalen Mittellinie

Fig. 2.



Erklärung im Text.

Die Verbindungslinie der beiden Pfeile deutet die ventrale Mittellinie an.

ist mir weniger gut bekannt. Wegen der grossen Düntheit der Hypodermis an dieser Stelle sind mir die Praeparate dieser Gegend fast immer misslungen.

Bis so weit die für meine Zwecke nothwendige Uebersicht der Hautverästelungen der Nerven am Rumpfe, um jetzt die experimentelle Untersuchung näher zu beschreiben.

Die Experimente welche ich in Neapel ausführte sind zweierlei Art. Es wurde zum Theil einfache Durchschneidung, zum Theil aber Isolirung einer oder mehrerer hinteren Rückenmarkswurzeln bezweckt.

Die dabei von mir gefolgte Operationstechnik ist einfach. Nachdem ein nicht zu langer Hautschnitt gerade in der dorsalen Mittellinie angelegt war, wurde so vorsichtig wie möglich versucht die Muskelmassen rechts und links der Wirbelsäule, auseinander zu ziehen um bis auf die Wirbelsäule zu kommen. War dieses gelungen so wurde die gewünschte Anzahl von Wirbeln bloss gelegt, und mit einer Zange soviel vom Knorpel der Wirbelbogen und der Intercalaria fortgenommen als nötig war um das Rückenmark und die Ursprungsstellen der Hinterwurzeln sehen zu können. Dies gelingt gewöhnlich ohne nennenswerthen Blutverlust, nur muss man sich vor jeder Muskelwunde hüten.

Sobald man jetzt das auf die Dura Mater sich befindende peri-

medulläre Fettgewebe hat abgewischt, werden die hinteren Wurzeln sehr gut sichtbar und ist es leicht mit einer Scheere eine oder mehrere dieser Wurzeln auf der einen Seite oder auf beiden Seiten zu durchschneiden.

Diese Operationsmethode, obwohl viele Schwierigkeiten bietend, ist mir immer ziemlich gut gelungen. Da die hinteren Wurzeln, wie bekannt geschieden von den vorderen, ziemlich *dorsal* durch die Intercalarstücke der Wirbelsäule austreten, ist es leicht sie beim Wegnehmen der Wirbelbogen zu quetschen. Andererseits aber bietet der, sich anatomisch scheinbar wie von selber andeutende Weg, um die hinteren Wurzeln ausser dem Wirbelcanal, (bevor sie sich mit den vorderen zum gemischten Spinalnerven vereinigen), zu durchschneiden noch viel grössere Beschwerde. Die zarten, weissen Wurzeln in den weissen Muskelmassen aufzusuchen und deutlich zu sehen ist nicht leicht, wenn man arbeiten muss in den Operationsverhältnissen wobei man über einen nur sehr kleinen Raum, auf dem Boden einer engen, etwa ein halbes decimeter tiefen Kluft, verfügt. Ausserdem ist die gerade längs der Wirbelsäule liegende Region gefährlich wegen der sehr leicht da auftretenden Blutungen.

Darum habe ich die scheinbar mehr complicirte Technik gefolgt.

Kehren wir nun zu der Beschreibung der Operation zurück. Sind die beliebigen Wurzeln durchschnitten, so wird das Thier nach einfacher Hautnaht (Muskelnäthe zerreißen) sofort wieder in das Bassin gelassen. Nach 2 Stunden zeigen die Thieren nichts besonderes mehr in ihrem Benehmen. Dennoch ist es, wahrscheinlich zufolge der grossen Hitze, wenigstens im Sommer unmöglich um die Thiere lange lebend zu erhalten. Die Schnittwunde macerirt und heilt nicht. Die Haut wird neben der Wunde gangränös, die Nähte lösen sich, das Meerwasser dringt bis an die Medulla durch; und nach 6 bis 7 Tagen sterben die Thiere, und nur diese Tage kann man zum Experimentiren benützen.

Bei einer ersten Reihe meiner Untersuchungen wurden einfach ein einziger oder mehrere hintere Wurzeln durchschnitten. So bald man drei auf einander folgende hintere Wurzeln der einen Seite durchschneidet, findet man constant eine continue, bandförmige, analgische Zone, welche sich an der operirten Seite des Rumpfes von der dorsalen bis zur ventralen Mittellinie ausbreitet. Sind beiderseits die gleichen drei aufeinander folgende hintere Wurzeln durchtrennt, so findet man ein einzelnes ringsum den Körper laufendes, continues, gefühlloses Band. Diese analgischen Bänder werden den fühlenden Körpertheilen gegenüber abgegrenzt durch Linien, die nahezu parallel und rechtwinklig zur Längsachse des Körpers laufen.

Im allgemeinen sind diese Bänder an jeder Stelle gleich breit, und senkrecht zur Körperachse. Bisweilen sind in letztgenannter Beziehung Abweichungen festgestellt, wo die Bänder nicht senkrecht stehen, aber vom Rücken dem Bauche zu in caudaler Richtung abgelenkt sind. Demnach muss man bei der Beurtheilung der Details auch etwas Rechnung halten, mit der ausserordentlichen Schwierigkeit, welche die Bestimmung der Sensibilität bei *Scyllium catulus* mit sich bringt. Die zu dieser Bestimmung gefolgte Methode verdient deshalb eine genaue Besprechung.

Man verfährt folgender Weise:

Das Thier wird unter Wasser von einer Schlinge am Schwanze im Bassin festgehalten und die schmerzliche Reizung findet unter Wasser statt. Ich benutzte als Reiz ein Mause-Zahn Pincette, womit jedesmal eine kleine Hautfalte aufgehoben und dann gekniffen wurde. Bei nicht operirten Thieren hat dieser Reiz einen mehr oder weniger grossen Effect, je nach die Stelle wo man kneift. Die Reaction ist am stärksten wenn man die Schwanz-, die Rücken- oder die analen Flossen kneift. Das Kneifen in der Haut des Rumpfes jedoch hat oft nur wenig Effect, höchstens eine leichte Abwehrbewegung, die aus einem oder zwei kurzen Schwimmschläge mit dem Körper ohne Ortsveränderung besteht. Erst nach mehreren Kniffen schwimmt das Thier fort.

Hat man aber bei solch einem Thier vorher drei hintere Wurzeln durchschnitten, so wird das anders. So bald man es unweit von dem gefühllosen Bande kneift, sei es vor dem Bande (cranial) oder hinter (caudal) diesem, wird man erstaunt ob der erschreckenden Heftigkeit der Reaction des Thieres. Bisweilen ist eine vorsichtige Berührung der Haut oder ein Strich der Haut entlang mit der Spitze eines Nadel ausreichend um die heftigsten Bewegungen auszulösen.

Prüft man jetzt von dem gefühllosen Bande ausgehend (in welchem Gebiete man kneifen und stechen kann, ohne je welche Reaction auszulösen) so erreicht man, sobald man sich der Ränder nähert, von welchen die oben beschriebenen heftigen Reactionen auf kneifen stattfinden, eine Stelle, die auf nicht zu intensiven Kniffen, eigenthümlich reagirt. (Ein erster Reiz löst hier eine oder mehrere kräftige Zusammenziehungen aus, in einigen kleinen und oberflächlich liegenden Muskelmassen, welche, meiner Ansicht nach caudal von der gereizten Stelle, sich befinden.) Diese Reaction — welche auch bei Hunden constant gefunden wird — scheint von dem primären Reflexbogen abzuhängen. Kneift (reizt) man diese Stellen mehrere Male hinter einander, oder kneift man stärker und länger (vermehrt man die Intensität des Reizes), dann folgen heftige

Bewegungen, kräftige Schwimmschläge, Krümmungen, beißen u. s. w. Diese heftigen Reactionen haben bisweilen eine lange Nachdauer, und es dauert mehrere Minuten ehe das Thier zur Ruhe gekommen ist.

Nachdem man diese Zone der heftigen Reactionen vorbei ist, nimmt die Reaction auf den Kneifreiz ab, man möge sich dann in caudaler oder in cranialer Richtung von dem analgetischen Bande entfernen. Nur muss bemerkt werden, dass die Reaction hinter (caudal) dem analgetischen Bande viel heftiger ist als vor demselben.

Aus alledem folgt, dass die Zone welche ich bisher analgetisch oder gefühllos genannt habe, besser benannt sein würde, wenn man sagte, dass sie keine hyperreflectoiren und auch keine hyperalgetischen Reactionen auf Schmerzreizen von sich gibt. Denn obwohl es unzweifelhaft feststeht, dass zwischen den Grenzzonen, welche die hyperreflectoiren und hyperalgetischen Reactionen deutlich zeigen, ein vollkommen analgetisches Feld liegt, bleibt es doch fraglich wie weit es sich ausdehnt und in wie weit eine caudo-craniale Uebergreifung der intacten Nachbarwurzel hier möglich geblieben ist. Beim Hunde haben wir es früher bewiesen, dass selbst das hyperalgetische hyperreflectorische Wurzelgebiet, sich zwar noch weiter kann ausdehnen, aber deshalb nicht demonstrirt werden kann, weil selbst maximale Reize für den äussersten Randtheil desselben noch unter der Schwelle sind, um Reactionen auszulösen.

In meinem mit Prof. Winkler gemachten Publicationen über die Rumpfermatome des Hundes, haben wir diese für sich reactionlosen Ränder, die aber sobald ein zweites intactes dazu kommt, reactionsfähig werden, die Randfelder des Dermatoms genannt, und wir zeigten damals, dass Randfeld und Kernfeld einen gegensätzlichen Werth besaßen. Je geringer z.B. der operative Eingriff, desto grösser das Kernfeld, und je schlechter die Isolirung eines Dermatoms gelang, desto kleiner das Kernfeld und desto grösser das Randfeld war.

Im allgemeinen kann man sagen, dass man nicht die Gefühllosigkeit gegenüber ein normal fühlendes Hautstück feststellt, aber gegenüber ein übermässig fühlendes Stück, in casu das Kernfeld des nächstliegenden intacten Dermatoms. Wie weit aber die Randfelder sich verschieben werden auf das nicht fühlende Hautstück weiss man nicht. Es begreift sich deshalb, dass die Grenzlinien, die das nicht fühlende Hautstück zwischen sich fassen, verschieben können, je nachdem das sogenannte intacte Dermatom, mehr oder weniger gelitten hat, d. h. ein kleineres oder grösseres, hyperalgetisches und hyperreflectorisches Kernfeld besitzt. Es

wird sich bald zeigen, warum diese lange Auseinandersetzung unbedingt nothwendig war.

Zwar liegen noch andere Fehlerquellen vor, abhängig von der nicht genauen Localisation des Reizes. So darf man z.B. das Pincet nicht drehen während man kneift, auch ist es nicht erlaubt eine etwas grössere Hautfalte zwischen den Zähnen des Pincettes zu fassen. Dieses giebt Anlass zu Dehnung und muss vermieden werden. Der Geübte wird aber den Pincet bei weitem Nadel oder Stösse vorziehen. Die Resultate, welche mit ihrer Hülfe erreicht werden, dürfen weil sie Tastreize geben, keineswegs mit dem exquisiten Schmerzreizen des Pincettes identifizirt werden.

Wende ich mich, nach diesen nothwendigen technischen Auseinandersetzungen meinen Experimenten wieder zu.

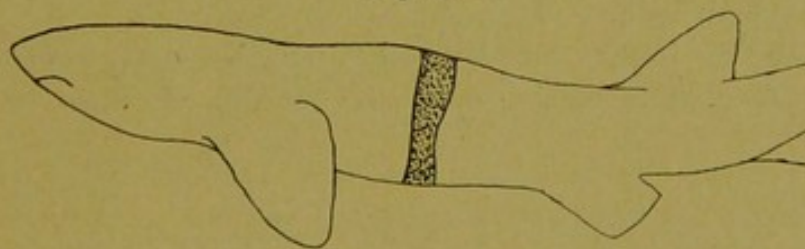
Das Resultat der Durchschneidung von drei Wurzeln ist constant. Es entsteht ein continues analgetisches Band, vom Rücken bis zum Bande. Nicht mehr constant ist die Durchschneidung von zwei oder von einer einzigen Wurzel.

So bald zwei Wurzeln durchschnitten werden, ist eine continue analgische Zone vom Rücken bis zum Bauch selten. Meistens entsteht eine analgische Zone welche zwar an der dorsalen Mittellinie anliegt, aber nicht die ventrale Mittellinie erreicht, obwohl sie nahe an ihr heran treten kann.

Die Durchschneidung einer einzelnen Wurzel bringt keine Spur von Analgesie zu Wege. Im Gegentheil, an der Stelle wo man sie erwarten sollte findet man ein hyperreflectorisches und hyperalgetisches Band.

Nur in einem Falle — wo die Autopsie ein grosses Coagulum in

Fig. 3.



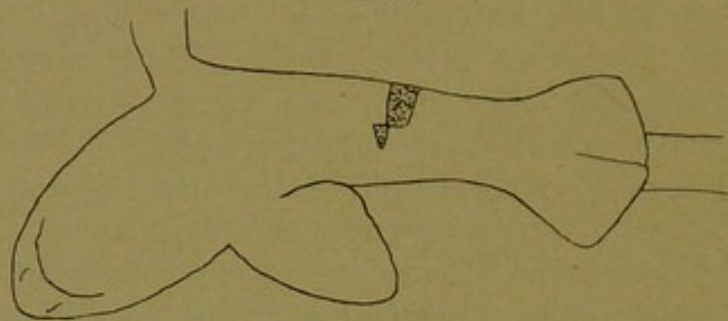
Erklärung im Text.

dem Vertebral-Canal feststellte — war es anders. Da wurden links zwei und rechts eine einzige der hinteren Wurzeln durchschnitten. Am folgenden Tag fand sich links ein analgisches Band, das bis zur ventralen Mittellinie reichte ¹⁾ (Fig. 3) und rechts ein kleines unbedeutendes analgisches Dreieck (Fig. 4). Durch den Sections-

¹⁾ Diese und folgende Figuren (3—14) sind Reproduktionen von in Umrissen decalquirten Photographien der Thiere.

befund ist die ungewöhnlich grosse Ausdehnung bis zur ventralen Mittellinie des linken analgischen Bandes aufgeklärt. Die Beeinträchtigung der Nachbar-Dermatomen war gross, ihre hyperalgetischen Kernfelder waren klein, und die Randfelder sehr gross, nicht im Stande, das Gefühl an der ventralen Seite zu übernehmen. Vielleicht ist hierin auch die Erklärung des analgetischen Dreieckes zu finden.

Fig. 4.



Erklärung im Text.

Aber wie gesagt, unter vielen Experimenten war dieser der einzige Fall. Fast niemals erreichen analgetische Bänder, welche nach Durchtrennung zweier Wurzeln auftreten, die Bauchlinie.

Lässt sich aus den einfachen Durchschneidungsexperimenten eine Folgerung ziehen? Weil drei durchschnitene hintere Wurzeln ein continues analgisches Band geben, das die ventrale Mittellinie erreicht, und die Durchschneidung von zwei hinteren Wurzeln zu einem analgischen Bande führt, das gewöhnlich nicht, und nur in sehr ungünstigen Fällen bis zur ventralen Mittellinie reicht, sind in günstigen Fällen die Nachbardermatomen im Stande *an der ventralen Mittellinie* das Gefühl zu erhalten. Dort müssen die Ueber-einandergreifungen im cranio-caudalen Sinne stark, und die Dermatomome sehr breit sein.

Eine zweite Reihe von Experimenten, bezweckt Isolirung der Wurzelgebiete. Eine einzige oder zwei der hinteren Wurzeln bleiben

Fig. 5.



Erklärung im Text

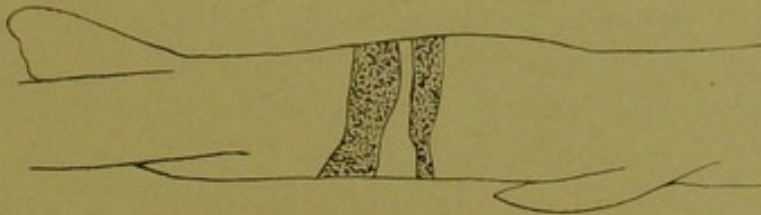
intact, während zwei oder mehr Nachbarn, cranial und caudal von der intacten, durchschnitten werden.

Ist *eine* einzige Wurzel, beiderseits zwischen zwei oder drei durchschnittenen isolirt, so findet man constant zwei analgetische

Bänder, die bis zur ventralen Mittellinie reichen, und eine hyperalgetische Zone zwischen sich fassen. Alle diese Bänder sind continu d.h. sie reichen von der dorsalen bis zu der ventralen Mittellinie. Sie stehen auch nahezu senkrecht zur Körperachse, weichen aber etwas caudal ab. Die hyperalgetische Zone ist aber constant an der ventralen Mittellinie *breiter* als an der dorsalen Mittellinie.

Isolirt man beiderseits eine einzige Wurzel, so gehen die analgetischen und hyperalgetischen Bänder in einander über und bilden einen Kreis in der Rumpfhaut. Fig. 5, 6 und 7 ist einem Scyll-

Fig. 6.

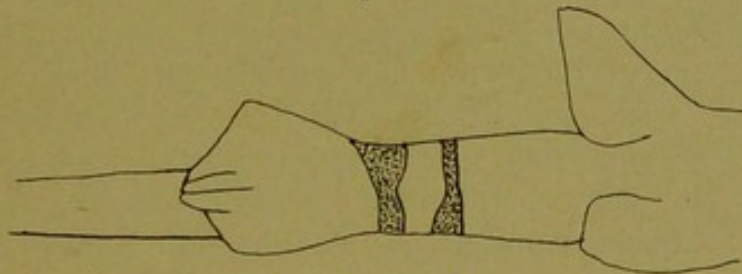


Erklärung im Text.

ium catulus entlehnt wo beiderseits eine einzige Wurzel intact war, zwischen zwei, welche cranial und caudal durchschnitten waren. In Fig. 8, 9 und 10 war beim Versuchsthiere eine Wurzel stehen geblieben, während beiderseits drei sowohl cranial als caudal durchschnitten worden sind.

Die ziemlich starke Einengung an der dorsalen Mittellinie des

Fig. 7.



Erklärung im Text.

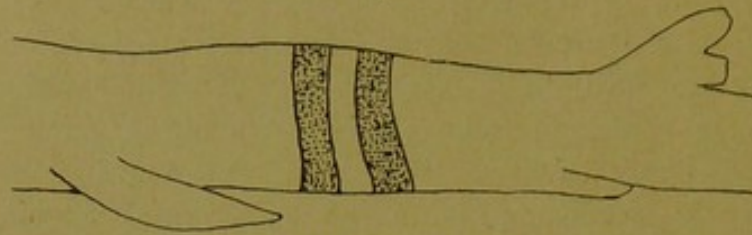
rechten hyperalgetischen Bandes beim ersten Thiere (Fig. 6) ist ein Artefact. Es war bei der Operation eins der meist medial liegenden Nervenästchen welche hart an der dorsalen Mittellinie in die Haut treten, verwundet.

Anders ist es bei diesem Thiere mit den starken Einengungen, welche die analgetischen Bänder, und zwar die cranial gelegenen am meisten, an der ventralen Seite zeigen. An der rechten Seite ist der craniale analgetische Band beinahe von der hyperalgetischen Zone unterbrochen (Fig. 7). Diese Thatsache ist von grossem Gewichte, und wird weiter benutzt werden.

Bei dem zweiten Scyllium catulus (Fig. 8—10) war die Opera-

tion und die Sensibilitätsprüfung ausserordentlich glücklich und genau gelungen. Dort verläuft auch alles regelmässiger. Die fühlende

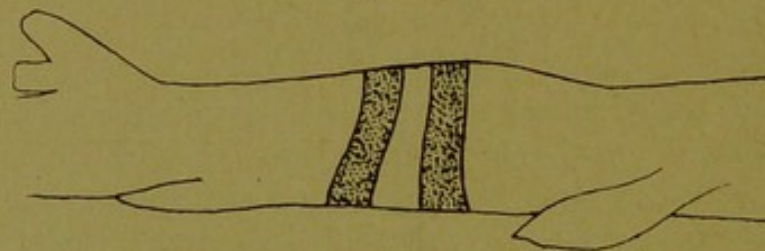
Fig. 8.



Erklärung im Text.

Hautzone ist nirgends eingeengt. Stätig verbreitert sie sich etwas, je mehr sie sich der ventralen Mittellinie nähert, wo sie am breitesten ist. Die analgischen Bänder — jetzt von der Trennung dreier

Fig. 9.

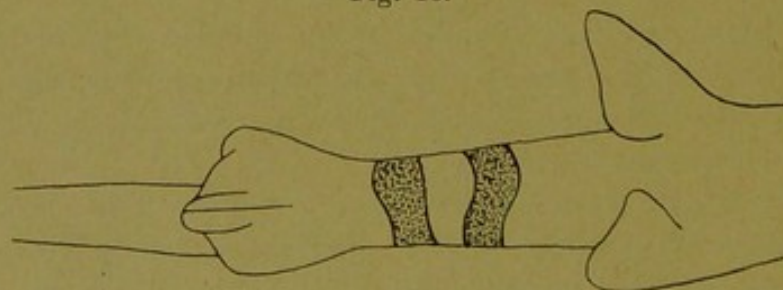


Erklärung im Text.

Wurzeln abhängig — zeigen die Einengung an der ventralen Mittellinie nicht mehr.

So bald beiderseits zwei benachbarte Wurzeln, zwischen zwei caudal und cranial durchschnittenen Nachbarwurzeln intact geblieben sind, ändern sich die Resultate wieder. Am merkwürdigsten ist jetzt die Thatsache, dass in diesem Falle, die analgischen Bänder beiderseits die ventrale Mittellinie oft nicht erreichen (Fig. 11, 12, 13) Die Thatsache verträgt sich übrigens sehr gut mit der schon

Fig. 10.

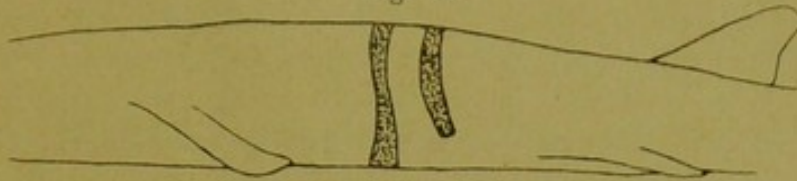


Erklärung im Text.

in Fig. 7 abgebildeten Einengung, welche im analgischen Felde nahe der ventralen Mittellinie statt fand, so bald nur eine einzige intacte Wurzel zwischen zwei durchschnittenen stand und mit den

Ergebnissen der ersten Experimental-Reihe. Denn auch dort wurde gefunden, dass die Durchschneidung von zwei Wurzeln in seltenen

Fig. 11.

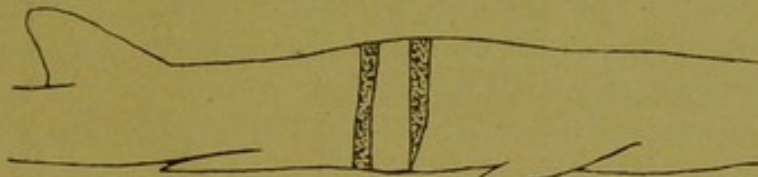


Erklärung im Text.

Fällen (d. h. bei schweren Läsionen) genügt um ein auch an der ventralen Mittellinie analgisches Band hervorzurufen.

Dies Alles beweist aber, dass das Wurzelgebiet bei *Scyllium catulus* nicht nur breiter ist in dem ventralen, als in dem dorsalen Theile, aber auch dass es im ventralen Theile wenigstens ebenso kräftig als im dorsalen Theile ist. Wäre dem nicht so, wäre der

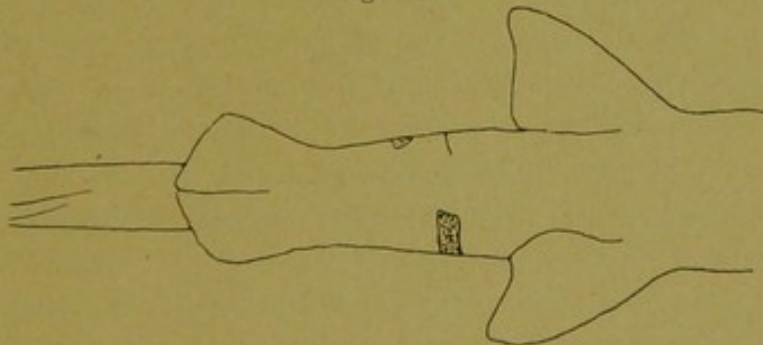
Fig. 12.



Erklärung im Text.

breitere ventrale Theil des Wurzelgebietes zugleich der schwächere Theil, so würden die antero-posterioren Uebergreifungen der benachbarten Wurzelgebiete nicht im Stande sein, um das Gefühl im

Fig. 13.



Erklärung im Text.

ventralen Theile zu erhalten, so bald zwei nebeneinander stehende Wurzelgebiete vernichtet sind.

Fasse ich jetzt alles zusammen, so kann ich bestimmt sagen:

1^e. Der Ausfall von zwei Wurzeln ruft in der grossen Mehrzahl der Fälle, eine analgische Zone an der dorsalen Mittellinie hervor, die nicht zur Bauchlinie reicht. Nur bei schweren Traumata kann sie bis zur ventralen Mittellinie reichen (Fig. 3 und 4).

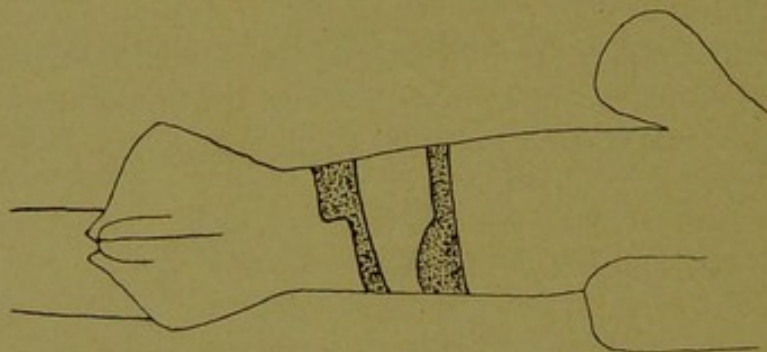
2e. So bald man zweimal zwei Wurzeln durchschneidet und eine einzige intact zwischen den beiden Paaren stehen lässt, erreichen die analgischen Bänder die Bauchlinie, aber sie werden nahe der ventralen Mittellinie sehr schmal (die fühlende Zone droht, zuerst cranial, die analgische Zone im ventralen Gebiete zu durchbrechen) (Fig. 5, *d. j.*).

3e. Lässt man aber zwischen den zweimal zwei durchschrittenen Wurzeln zwei Wurzeln intact stehen, so ist dieses wieder genügend um die dann hervortretenden analgetischen Bänder im ventralen Theile von der hyperalgetischen Zone unterbrochen zu finden (Fig. 11, 12 und 13).

Zwar nicht immer. Es können die Umstände weniger günstig sein, und in solchen Fällen treten dann statt Unterbrechungen wieder Einengungen der analgetischen Zone an der Bauchlinie auf. So war es bei einem *Scyllium catulus* (s. Fig. 14), wo rechts zwei benachbarte Wurzeln intact gelassen, während zwei cranial und drei caudal von diesen durchtrennt waren, indem links eine intacte Wurzel zwischen drei craniale und zwei caudal von ihr durchschnittenen stehen geblieben ist.

Indessen muss noch bemerkt werden, dass es in meiner zweiten

Fig. 14.



Erklärung im Text.

Experimentalreihe, nie gelungen ist, deutliche Einengungen und dergleichen zu sehen, wie es beim Hunde der Fall ist. Fig. 6 ausgenommen, wo der Einengung im dorsalen Theile des fühlenden Bandes ein festgestellter experimentaler Fehler zu Grunde lag, ist mir nie etwas begegnet, welches sich mit *Centra* oder *Maxima* von Schmerzempfindlichkeit oder einem *ultimum Moriens* der fühlenden Zone vergleichen liess. Nicht selten sah ich das scharf begrenzte hyperalgetische Band von einem Tage bis auf den anderen ganz verschwinden und analgetisch werden. Aber das fand *in toto* statt.

Die periphere Verästelung der Hautnerven, wie sie in Fig. 1 abgebildet ist, findet sich mit den Resultaten dieser Experimente, zum Theil in gutem Einklang.

Obwohl die Eintrittsstellen der Nerven in die Haut relativ unregelmässig geordnet sind, so ist es doch unschwer um diejenigen Aeste, die demselben Rumpfnerven zugehören aufzufinden, und von anderen nächstliegenden zu trennen. Man kann auf dieser Weise die anatomische Ausbreitung des Wurzelgebietes mehr oder weniger genau abgrenzen. Man sieht dann die ventrale Verbreiterung dieses Gebietes, die leichte caudale Ablenkung des ganzen Wurzelfeldes. Auch die Thatsache, dass der ventrale Theil eine sehr starke Innervation besitzen muss, wie es die Experimente feststellen, ist im Einklang mit der anatomisch nachgewiesenen kräftigen Innervation dieses Stückes.

Ich hätte gerne meine Thiere so lange im Leben erhalten, bis die Nerven welche durchschnitten waren, ganz degenerirt waren. Ich hatte gehofft die anatomischen Ausbreitungen der Degeneration mit der physiologischen Ausbreitung der analgischen Bänder vergleichen zu können, und somit ein functionelles Quotient festzustellen. Aber die warme Jahreszeit liess die Thiere nicht länger als einige Tage leben. Später hoffe ich darauf zurückzukommen.

Es müssen jetzt noch einige Erörterungen folgen über Reihe und Glied worin die Dermatome auf dem Rumpfe des *Scyllium catulus* stehen. Wie man aus den gefundenen Werthen der fühlenden und analgetischen Bänder die Uebergreifungen der Kernfelder über einander berechnet, haben wir ausführlich in den „Verslagen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen“ mitgetheilt (1).

Die Methode ist übrigens so einfach, dass ich hier nach dieser Abhandlung verweise, und sie ohne weitere Beschreibung benutze.

Ich fange an der dorsalen Mittellinie an beim *Scyllium* der in Fig. 5, 6 und 7 abgebildet ist. Die Breite der beiden analgetischen Bänder — abhängig von zwei durchschnittenen Wurzeln — war links 10 m.M. Auch die Breite des dazwischen gefassten hyperalgotischen Bandes war an dieser Mittellinie 10 m.M.

Setzen wir η = den Theil des Kernfeldes der von einem Nachbarkernfeld überdeckt wird, und x = den von anderen Kernfeldern nicht bedeckten Theil desselben.

Die fühlende Zone ist deshalb $= x + 2 \eta$ und die analgetische $2 x + \eta$. Da wir die absolute Breite dieser Bänder kennen, können wir berechnen:

$$\begin{aligned} x + 2 \eta &= 10 \text{ m.M.} & 2 x + \eta &= 10 \text{ m.M. d. h.} \\ x &= 3\frac{1}{3} \text{ m.M.} & \eta &= 3\frac{1}{3} \text{ m.M.} \end{aligned}$$

In diesem besonderen Fall bedecken sich die Kernfelder bis auf ein Drittel ihrer Breite.

Beim *Scyllium* der in Fig. 8, 9, 10 abgebildet ist finden wir an der dorsalen Mittellinie zwei analgische Bänder (= drei durch-

schnittene Wurzeln) die zwischen sich ein fühlendes Band (= eine Wurzel) fassen. Die beiden ersten waren 17 m.M., die letzte 14 m.M. breit. Wie im vorigen Falle x und η definierend haben wir jetzt $3x + 2\eta$ für das dreiwurzliche analgetische Band und $x + 2\eta$ für das fühlende, deshalb

$$\begin{aligned} 3x + 2\eta &= 17 \text{ m.M.} & x + 2\eta &= 14 \text{ m.M.} \\ x &= 1\frac{1}{2} \text{ m.M.} & \eta &= 6\frac{1}{4} \text{ m.M.} \end{aligned}$$

In diesem besonderen Falle decken die Kernfelder sich viel weiter, und zwar beinahe zur Hälfte, oder man kann auch sagen, hier sind die Kernfelder viel breiter als im ersten Fall. Dieses war aber das Thier, bei dem die Operation ausserordentlich gelungen war, und wo die Sensibilitätsprüfung sehr leicht und genau gelang. Es werden hier wahrscheinlich die Kernfelder nicht viel von der Ausbreitung des ganzen Wurzelfeldes verschieden gewesen sein. Im ersten Falle dagegen waren die Kernfelder, obwohl die Thiere von nahezu gleicher Grösse waren, um 4 m.M. schmaler.

Dies sind nur Beispiele. Ich habe sehr viele Fälle berechnet und kann versichern, dass überall wo man die absolute Breite der fühlenden Zone bei dieser Thiergrösse (± 70 c.M.) kleiner als 14 m.M. findet, auch die Bedeckungen kleiner ausfallen bei der Berechnung. In keinem Falle gelang es mir eine grössere absolute Breite als 14 m.M. fest zu stellen.

Wie gesagt ist wahrscheinlich das Dermatome hier nicht viel breiter. Während in diesen Fällen die Kernfeldbedeckung nahezu bis zur Hälfte geht ($6\frac{1}{4}$ von 7 m.M.), überschreitet muthmasslich das Dermatome bei seinem Uebergreifen auf den Nachbar die Hälfte nur um sehr wenig.

An der lateralen Linie gelten dieselben Verhältnisse. Die Breite des fühlenden Bandes ist manchmal etwas grösser, auch wohl etwas kleiner als an der dorsalen Linie, aber die grösste Differenz war nur 2 m.M. und ist wahrscheinlich als Fehlerquelle zu betrachten. Ist es doch schwierig um auf der Haut eines Scyllium die Linien einzuzeichnen und sind diese selbst 3 m.M. breit, das heisst $\frac{1}{3}$ des Ausdehnung des ganzen Wurzelfeldes.

An der ventralen Mittellinie gilt dieses aber nicht mehr. Hier ist das fühlende Band absolut breiter als an der dorsalen. Fangen wir wieder mit dem ersten Scyllium catulus an (Fig. 5, 6, 7).

Hier waren an der dorsalen Mittellinie die drei Bänder alle 10 m.M. breit. An der ventralen Mittellinie wird folgendes gefunden: das craniale analgetische Band ist 5 m.M. breit, das fühlende Mittelband = 19 m.M. das caudale analgetische Band 9 c.M. Die einfache Betrachtung dieser Zahlen weckt die Vermuthung, dass bei Scyllium (wie beim Hunde) die Breite der Dermatome in caudaler Richtung zunimmt.

Das ist auch der Fall. Für die einfache Berechnung werden wir dies aber ruhen lassen, und die absolute Breite der analgetischen Bänder als das Mittel zwischen 5 und 9 m.M. d. h. 7 m.M. nehmen.

$$\begin{aligned} \text{So ist wieder } x + 2 \eta &= 19 \text{ m.M.} & x + \eta &= 7 \text{ m.M.} \\ x &= -1\frac{2}{3} \text{ m.M.} & \eta &= 10\frac{1}{3} \text{ m.M.} \end{aligned}$$

Ein unbedecktes Kernfeldtheil besteht hier nicht, 2η ist schon $20\frac{2}{3}$ m.M. breit

Im zweiten Falle beim Scyllium von Fig 8—10 sind die Werthe: das erste analgetische Band = 14 m.M. (drei Wurzeln), das fühlende Band (1 Wurzel) = 18 m.M., das hintere analgetische Band (3 Wurzeln) = 17 m.M. Der Mittelwerth der Breite der analgetischen Bänder = $15\frac{1}{2}$ m.M.

$$\begin{aligned} \text{Wir haben deshalb } x + 2 \eta &= 18 \text{ m.M.} & 3x + 2 \eta &= 15\frac{1}{2} \text{ m.M.} \\ x &= -1\frac{1}{4} \text{ m.M.} & \eta &= 9\frac{5}{8} \text{ m.M.} \end{aligned}$$

Obwohl bei diesen beiden Thieren an der dorsalen Mittellinie sehr grosse Differenzen in der Breite der fühlenden Bänder sich zeigten, hat sich diese Differenz an der ventralen Linie ausgeglichen, und es besitzen die Uebergreifungen hier denselben Werth. Daraus folgt wieder, dass im ventralen Theil das Dermatome nicht schwächer ist als im dorsalem Theil, aber stärker.

Auch ist es interessant, dass an der ventralen Mittellinie der x -Werth negativ ist, das heisst dass die Kernfelder sich dort mehr als die halbe Breite decken.

Die Verhältnisse sind bei Scyllium catulus deshalb umgekehrt wie beim Hunde, wo der ventrale Theil des Wurzelgebietes viel schwächer als der dorsale Theil ist. In welcher Function diese Differenz begründet sein mag, weiss ich nicht, aber mit den anatomischen Verhältnissen, die ebenfalls auf einen ausserordentlichen Innervationsreichtum der ventralen Seite hinweisen, steht sie im Einklang.

Ausserdem bleibt in dieser Hinsicht noch ein Factum zu würdigen, das von mir schon in einer kurzen Mittheilung in der K. Akademie zu Amsterdam erwähnt worden ist (3). Auf Grund von angestellten Experimenten konnte ich zeigen, dass in einem sensibelen Hautgebiet, wenn ein Trauma den betreffenden Nerven trifft, die peripheren Partien (das heisst die weiter vom nervösen Centrum, Ganglion, Medulla, entfernten) früher ihr Gefühl verlieren, als die mehr central liegenden. Im Einklang damit steht die von Prof. Winkler und mir festgestellte Regelmässigkeit (1.2) womit beim Hunde die Kernfelder der isolirten Dermatome von ihrer Peripherie nach ihrem Maxima, wegsterben, das heisst ihr Gefühl verlieren. Wir beobachteten, dass die Kernfelder immer in ventro-dorsaler Richtung eingebugt werden wenn ein Trauma die isolirte Wurzel

trifft, und glaubten dass jener Beobachtung das anatomische Factum zu Grunde liegt, dass beim Hunde die Bauchpartien der Rumpfhaut viel weiter vom nervösen Centrum entfernt liegen, als die dorsalen Partien, weil das Rückenmark, im Rumpfe, ziemlich nahe an der Körperoberfläche liegt. Bei *Scyllium* aber ist dies Verhältnis anders. Das Rückenmark liegt in der Mitte des Körper-Querschnittes, gleich weit entfernt von den dorsalen wie von den ventralen Hautpartien. Hierin kann vielleicht eine Erklärung des scheinbaren Gegensatzes gesucht werden.

Resumierend kann ich über den Rumpf von *Scyllium catulus* Folgendes aussagen:

1. Jede hintere Wurzel des Rückenmarkes beherrscht auch bei *Scyllium catulus* das Gefühl in einer umschriebenen und localisirten Hautpartie.

2. Die Form dieser Wurzelgebiete ist im anatomischen und im physiologischen Sinne, die gleiche. Das heisst: jedes Wurzelgebiet hat die Form eines Trapeziums mit ungleichen parallelen Seiten. Die kurze verläuft parallel mit der dorsalen, die längere, mit der ventralen Mittellinie.

3. Die Kernfelder sind von den Wurzelgebieten in Ausdehnung sehr wenig verschieden. Auch wenn sie kleiner sind, sind ihre Formen mit denen des ganzen Wurzelgebietes congruent.

4. Das antero-posteriöre Uebereinandergreifen der Kernfelder erreicht an der dorsalen Mittellinie nahezu die halbe Breite des Kernfeldes. An der ventralen Mittellinie greifen sie bedeutend weiter über einander.

5. Das Gefühl ist im dorsalen Theile des Wurzelgebietes nicht so energisch (leichter zu vernichten) als im ventralen Theile.

B. Die Segmental-Anordnung der Pigmentationen bei *Scyllium catulus* und bei *Scyllium canicula*.

Seit Eimer (4), in seinen zahlreichen Abhandlungen, die Zeichnungen der Thiere einer sorgfältigen Untersuchung unterzog, haben seine Schüler, und wohl in erster Stelle Marie von Linden (6) und S. Zenneck (5), und auch der Wiener Anatom F. Werner (7) mehrere Studien über diesen Gegenstand veröffentlicht und zwar aus dem Gesichtspunkte der zoologischen Systematik. Hier kann es der Ort nicht sein und würde es mich viel zu weit führen um die verschiedenen Gesetze, Hypothesen und Theorien aufzuführen, welche über die Genese und die Bedeutung der Streifung und Zeichnung bei Thieren von den Untersuchern vorgebracht worden sind.

Nur muss ich bemerken, dass — Zenneck's Arbeit ausgenommen — kein Versuch stattgefunden hat um die anatomische und physiologische Grundlage der Hautzeichnung zu verstehen.

Werner schreibt über die Hautzeichnung bei Scyllium-arten nur einige Zeilen (7.b), und schliesst dass die meisten Selachier nicht gezeichnet und gleichfarbig sind. Bei Squaliden soll eine Neigung zu Querstreifung sich vorfinden.

Die Haut von Scyllium catulus und von Sc. caniculus bietet demungeachtet eine grosse und interessante Verschiedenheit von Pigmentflecken dar.

Die dreieckige Form des Körperquerschnittes dieser beiden Scylliumarten, macht zur Erleichterung des topographischen Verstehens, eine Eintheilung der Körperoberfläche nothwendig und selbstverständlich. Es giebt eine Unterfläche des Körpers und zwei Seitenflächen. Die letzten grenzen, der dorsalen Mittellinie entlang, an einander. Eine anatomische Grenzlinie zwischen Seitenfläche und Unterfläche giebt es nicht.

Ungefähr zu halber Höhe läuft in der Seitenfläche, parallel mit der dorsalen Mittellinie, die laterale oder Sinneslinie welche die dorsale von der lateralen Hautzone trennt.

Da die Unterfläche nahezu ohne Ausnahme pigmentlos ist, kann diese Fläche hier unbesprochen bleiben. Nur die Seitenflächen werde ich hier behandeln.

In den Seitenflächen kann man, im allgemeinen, eine ziemlich gleiche Grundfarbe erkennen. Bei Scyllium catulus ist die Grundfarbe von hellem graubraunem Tone. Bei Scyllium canicula graulich-gelb. Die Stellen, wo die Haut stärker pigmentirt ist, sind zweierlei Art und scharf aus einander zu halten.

Man findet zuerst schwarze Punkte und kleine Flecken, scharf begrenzt und von einfacher, streng bestimmter Zeichnung.

Neben diesen findet man grössere Felder, unscharf begrenzt, deshalb unbestimmt in ihrer Ausdehnung, aber auch unbestimmt in Tonart, wenig von der Grundfarbe verschieden. Bei Scyllium catulus sind sie dunkel graulich braun, bei Scyllium canicula in verschiedenen Nuancen graugelb gefärbt.

Endlich kommen in den Seitenflächen auch ganz pigmentlose, wenigstens hellere Flecken, die fast immer wie scharf contourirte weisse Punkte aussehen.

Bei oberflächlicher Beobachtung scheinen diese pigmentirten und pigmentlosen Hautpartieen, weder in Form und Ausdehnung, noch in ihrer Verbreitung an einem bestimmten Regelmass gebunden zu sein. Dennoch eröffnet eine genaue Vergleichung von zahlreichen Individuen der beiden Scyllium-Arten, Gesichtspunkte,

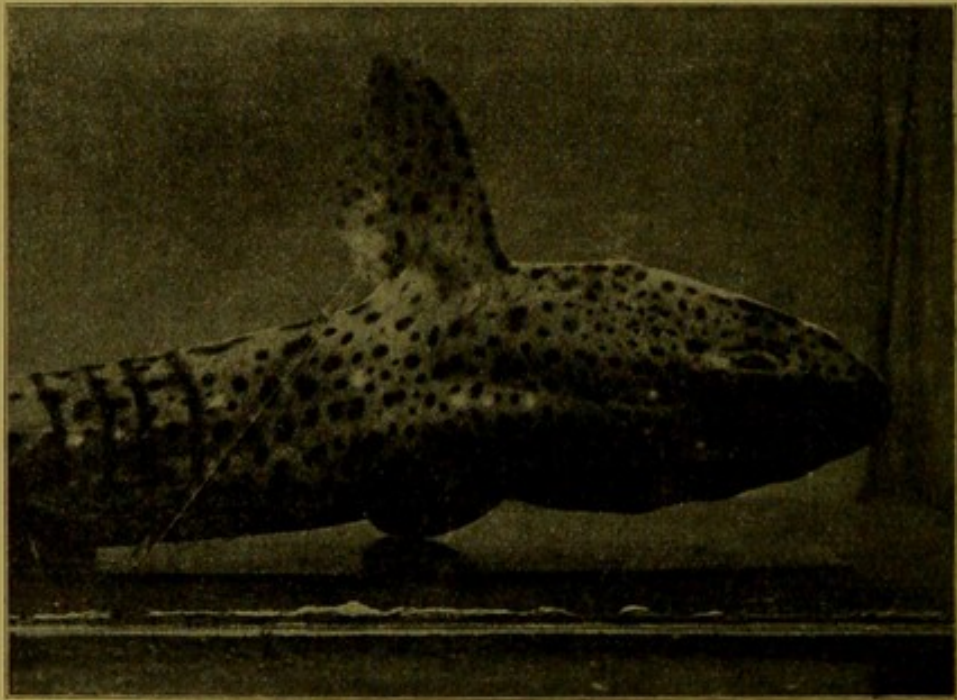
wodurch es möglich erscheint die scheinbaren Unregelmässigkeiten in einem bestimmten System zu ordnen. Am leichtesten gelingt dies bei *Scyllium catulus*, weniger leicht bei *Scyllium canicula*, so lange man sich an den erwachsenen Exemplaren richtet.

Bei *Scyllium catulus* kann man, abgesehen natürlich von den individuellen Variationen, ein einfaches Schema von der Pigmentation entwerfen.

Zunächst für die erstgenannten stärkeren Pigmentationen: die schwarzen Punkte, Kreise und Flecke. Nach der Art von Form und Verbreitung dieser schwarzen Pigmentationen wird man am *Scyllium*-Körper, den Kopf mit den Vorderflossen, den Rumpf und den Schwanz unterscheiden müssen.

Am Kopf und auf den Vorderflossen sind sie sehr zahlreich, sehr klein und fast alle kreisrund. Am Kopfe (s. Fig. 15) stehen diese

Fig. 15.

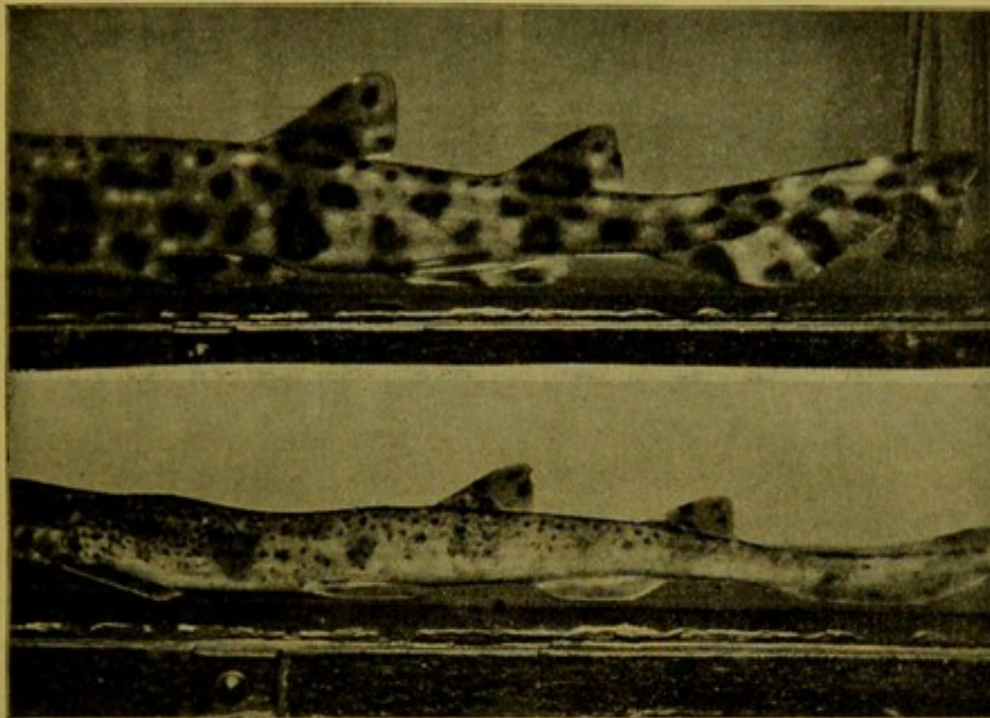


kleine runde Pigmentationen in drei Gruppen, 1° eine doppelte Reihe rings um die Augen herum, 2° eine einfache oder auch doppelte Reihe — die Randreihe — der Grenzlinie zwischen der Hinterfläche und der Seitenfläche des Kopfes entlang, und 3° mehrere der Länge-Achse des Körpers parallel stehenden Reihen, — die dorsalen und lateralen Mittelreihen — welche am Vorderende des Kopfes wenig zahlreich anfangen, und neben der dorsalen Mittellinie in wachsender Zahl nach hinten laufen. Auf den Vorderflossen findet man ebenso eine reihenartige Anordnung der schwarzen Pigmentationen; hier aber entfalten sie sich fächerförmig. Die vordere

dieser Reihen, dem Rande entlang verlaufend, ist die Fortsetzung der Rendreihen des Kopfes.

Am Rumpfe liegen alle schwarze Pigmentationen ungefähr in Längsreihen geordnet (s. Fig. 16 u. 17). Im dorsalen Hautgebiete bilden

Fig. 16 und 17.



sie die Fortsetzung der dorsalen Mittelreihen des Kopfes. Dagegen setzen sich die lateralen Reihen der Rumpfhaut nicht unmittelbar in die lateralen Mittelreihen des Kopfes fort. Dort wo die Vorderextremität sich festsetzt findet eine Unterbrechung statt. Die dorsalen Rumpfreihen bestehen ausschliesslich aus kleinen kreisrunden schwarzen Flecken.

In der Nähe der lateralen Linie vergrössern sie sich, und ändert sich ihre Form. In denjenigen Reihen, die unmittelbar an der lateralen Linie, sei es dorsal oder ventral grenzen, sind die schwarzen Flecken am grössten, und zeigt ihre Form die stärksten Abänderungen.

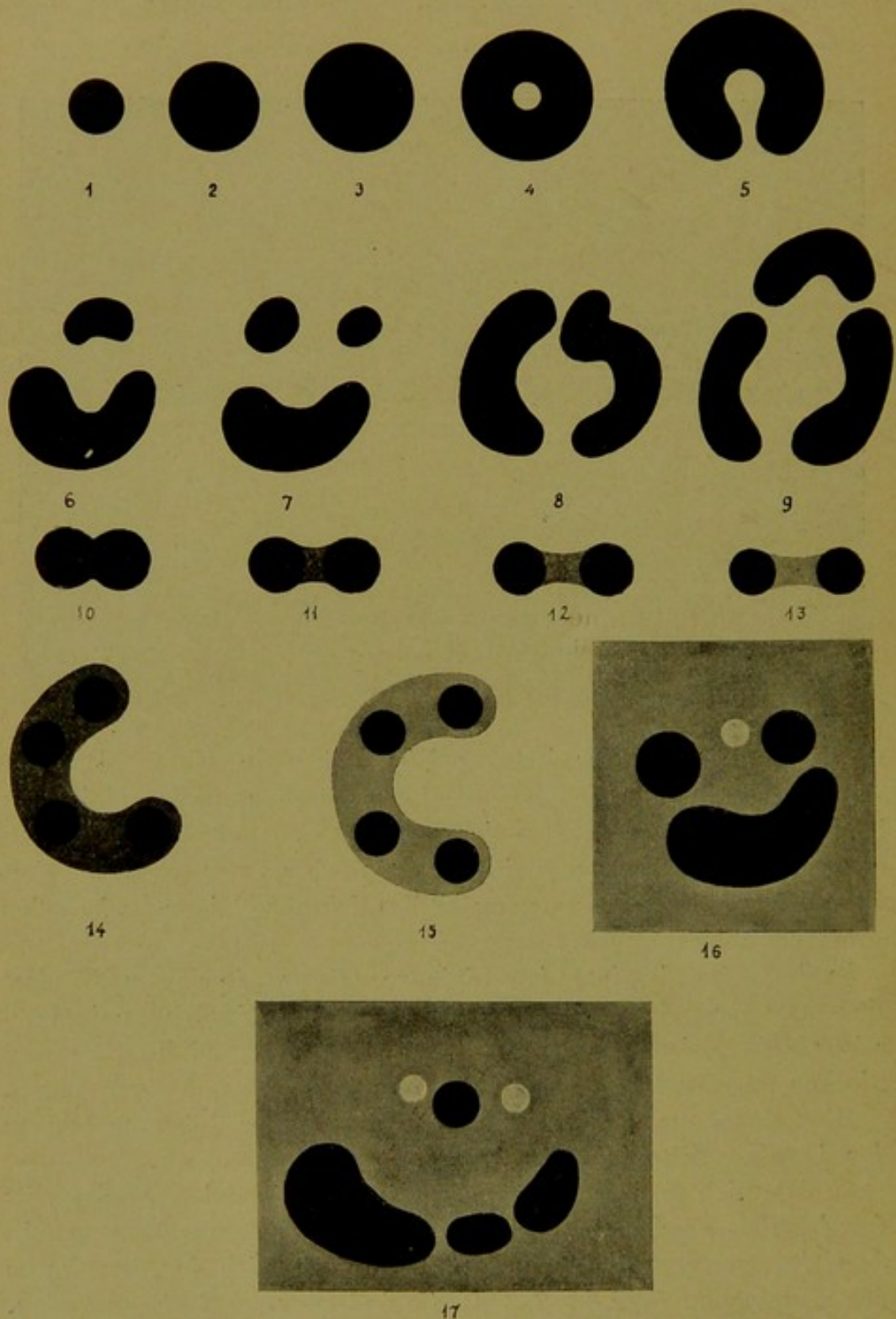
Hier findet man, neben den kreisrunden aber grösseren (als an der dorsalen Mittellinie) Flecken, auch andere Formen.

1. Zahlreich sind sehr grosse, zwei- bis dreimal den Durchschnitt der dorsalen Flecken fassende Flecken, und in einigen findet man in dem Centrum eine viel hellere Stelle, welche sich der Grundfarbe der Haut nähert (Fig. 18, 2, 3, 4). Sie sind schwarze Ringe geworden.

2. Neben diesen Ringen kommen Nierenförmige Flecken vor, oder noch besser Flecken in der Form eines Halbringes oder eines Hufeisens, mit stark gekrümmten Bönen (Fig. 18, 5).

Hat man die laterale Körperlinie überschritten, so findet man zwischen dieser und der ventralen Grenzlinie gegen die Körperunter-

Fig. 18.



fläche — die wie gesagt pigmentlos ist — ganz besondere Formen der schwarzen Pigmentation.

3. Diese Formen sind zusammenstehende schwarze Flecken,

Halbringe oder Striche, die gruppenweise geordnet sind (Fig. 18, 6—9). Die Gruppen bilden, als Einheiten betrachtet wieder Reihen parallel der Körperachse. Die Figuren (Fig. 18 6—9) zeigen sie, wie man sie nach directer Decalquirung der Individuen bekommt. Die hier gezeichneten kommen am meisten vor.

Die am Rumpfe beschriebenen Formverhältnisse, die in Reihen angeordneten grossen und kleinen Kreise, Ringe, Hufeisen, und in Gruppen zusammenstehenden Pigmentationen findet man auch am Schwanztheil des *Scyllium catulus* wieder. Nur ist die Zahl der Reihen in Zusammenhang mit der Verjüngung des Körpers hier geringer. Und der Farbenton der Flecken ist hier meistens nicht so intensiv schwarz.

Schwieriger wird es, die zweite Art der Pigmentationen systematisch zu ordnen. Ich habe diese als unscharf begrenzte grössere Felder, in unbestimmter dunkel-graulich-brauner Tonart, beschrieben. Dennoch kann man leicht feststellen, dass an Rumpf und Schwanz mehrere dergleichen Felder von dreieckiger Gestalt vorkommen. Die Basis des Dreieckes fällt immer mit der dorsalen Mittellinie zusammen, und sein Gipfel findet sich unweit der Untergrenzlinie der Körperseitenfläche. Die schwarzen Pigmentationen der ersten Art, welche sich in diesen dunkeln Feldern befinden, liegen etwas mehr aufeinandergehäuft, als die welche man ausserhalb der Felder begegnet. Es macht den Eindruck als formte das dunkle Feld mit den eingeschlossenen schwarzen Kreisen ein zusammengesetztes Ganzes.

Dies gilt vom Rumpfe. Am Kopfe liegen, am Unterrande der Seitenfläche meist drei symmetrische dunkle Felder.

Eines liegt über den Nasenöffnungen, ein zweites unter den Augen, ein drittes vor der ersten Kiemenspalte. Bisweilen kommen dazu noch zwei Paar Felder, eins vor, und eins hinter den Augen. Darüber später.

Endlich noch die pigmentlosen, weissen Stellen. Sie sind meist kreisrund, und falls sie in genügender Zahl vorhanden sind, so kann ich davon nur aussagen, dass sie wie die schwarzen Pigmentationen in longitudinalen Reihen angeordnet sind.

Bis so weit die Verhältnisse, wie man sie bei *Scyllium catulus* findet. Bei *Scyllium canicula* verhält sich die Sache anders. Dort sind die weissen Stellen viel zahlreicher. Aber auch die schwarzen Kreise und Punkte sind zahlreicher, viel kleiner und nicht so scharf gezeichnet. (s. Fig. 16). In viel stärkerem Masse gilt dies von den dunkeln Feldern. Dennoch besteht zwischen beiden *Scyllium*-Arten eine nahezu vollkommene Uebereinstimmung im Bildungsplane der Hautpigmentationen, was sich bei den Embryonen, wie man weiter sehen wird, sehr deutlich zeigen lässt.

Ehe ich aber die Pigmentation der Embryonen weiter verfolge, muss ich die Gruppen der zusammengesetzten Pigmentationen bei *Scyllium catulus* wo sie am deutlichsten sind, noch etwas näher in's Auge fassen.

Diese Gruppen, (Fig. 18. 6—10), sind zu sehr verwandt mit den einfachen schwarzen Kreisen, Ringen und Hufeisen Fig. 4 (1—5), um diese Formverhältnisse nicht mit einander zu vergleichen. Alle diese Formen sind aus dem einfachen kleinen schwarzen Kreis abzuleiten. Dieser vergrössert sich, dann wird er excentrisch, wie von einer centrifugalen Kraft gezwungen mit einer kleinen hellen Stelle im Mittelpunkt. Der jetzt entstandene excentrische Ring wächst weiter, bis auch dieser seine Continuität nicht erhalten kann, zu Hufeisen wird, oder in noch mehrere Stücke auseinander fällt. Aber es lässt sich eine continue Reihe bilden vom kleinen Kreis bis zu den complicirtesten Gruppen und deshalb bleibt der kleine schwarze Kreis der Ausgangspunkt für alle andere Formen.

Schwerwiegende Argumente wird man hierfür noch weiter gelten lassen können. So liegen zum Beispiel die grösseren der complicirten Flecken, so wie die kleinen Kreise constant an derselben Stelle, d. h. an der Spitze der dunkeln dreieckigen Felder, und sie haben ganz wie diese dreieckigen Felder eine bestimmte Localisation, sind überdies streng symmetrisch an der rechten und linken Seite (wie übrigens alle Pigmentationen, auch die freien weissen Stellen, Symmetrie zeigen).

Ist dem aber so, sind die am meisten complicirten Gruppen der schwarzen Pigmentationen Abkömmlinge der obengenannten einfachen kleinen schwarzen Kreise, dann lässt sich erwarten, dass bei Embryonen die Formverhältnisse der Pigmentationen viel einfacher sein werden.

Ja, mir dünkte es wahrscheinlich, dass bei den Embryonen dieser *Scyllium*-Arten die Verhältnisse noch so einfach geblieben sein möchten, dass sich bei ihnen ein bestimmtes Schema für die Verhältnisse ihrer Hautpigmentation wiederfinden liesse. Diese Wahrscheinlichkeit wird durch die Untersuchung von Embryonen vollkommen bestätigt.

In Fig. 19 und 20 habe ich die Hautpigmentation wiedergegeben, wie man sie bei Embryonen von 85 m.M. Länge findet. In Fig. 19 beim Embryo von *Scyllium catulus*, in Fig. 20 beim Embryo von *Scyllium canicula* dieser Länge. Der hier gezeichnete Befund ist ein constanter.

Es zeigt sich, dass eine vollkommene Analogie in Pigmentation zwischen den beiden Thieren festzustellen ist. Form, Grösse, Zahl und Position der dunkeln Felder sind bei *Scyllium catulus* noch

vollkommen die gleichen wie bei *Scyllium canicula*. Nur fehlen alle schwarze Kreise und Halbringe beim *Scyllium catulus* noch vollkommen, wie es Fig. 19 zeigt. Zwar finden sich bei den meisten Catulus-Embryonen der genannten Grösse Andeutungen derselben.

In den dunkeln dreieckigen Feldern, begegnet man sehr oft deutlich localisirte Verdunklungen mit Kreisform. Ist dies der Fall, so stimmen Zahl und Position dieser wenig intensiv verdunkelten Stellen vollkommen überein mit Zahl und Position der schwarzen Kreise bei *Scyllium canicula*. Bei *Scyllium canicula* ist aber bei dieser Länge (85 m.M.) des Embryo die Differenz der Tonart

Fig. 19.

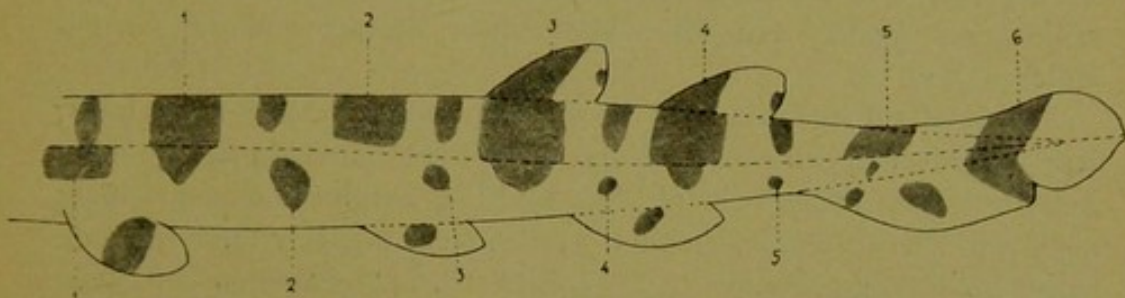
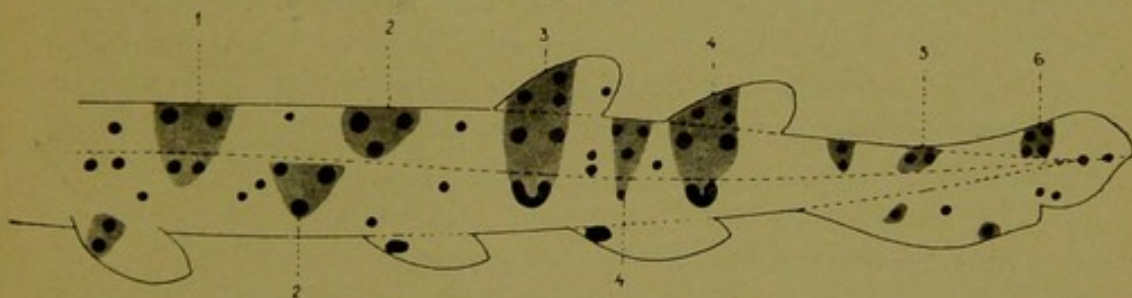


Fig. 20.



zwischen schwarzen Kreis und dunkles Feld schon ganz deutlich ausgebildet, bei *Catulus* höchstens angedeutet.

Wie man sieht, sind für beide *Scyllium*-Arten in embryonalem Zustande, die Pigmentationsverhältnisse der Haut in demselben einfachen Schema zu ordnen.

Man kann das sehr einfach beschreiben. Zuerst bei *Scyllium catulus*.

Im dorsalen Gebiete der Haut liegen *sechs* nahezu gleich grösse dunkle Pigmentfelder, ungefähr gleich weit von einander entfernt. Zwischen jedem Paar dieser dunklen Pigmentfelder begegnet man ein helles Feld, das wieder von ein weniger dunkel gefärbtes, viel kleineres, Pigmentfeld unterbrochen ist. Diese kleinere und zugleich hellere Pigmentfelder können bisweilen, am Schwanz, fehlen.

Im lateralen Gebiete der Haut schliessen zu vier der grossen

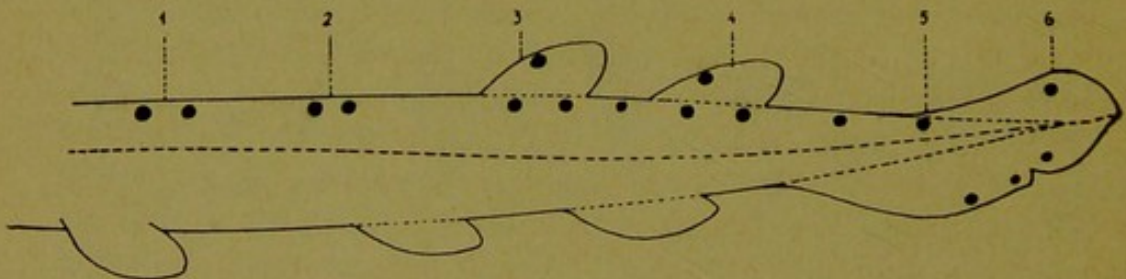
Dunkelfelder und zwar zum 1^{en}, 2^{en}, 4^{en} (bisweilen 5^{en}) und 6^{en} kleinere, damit zusammenhangende dreieckige Felder an. Ein jeder dieser vier grösseren dunklen Felder bekommt deshalb die Gestalt eines lang ausgezogenen Dreieckes dessen Basis an der dorsalen Mittellinie liegt.

Ueberdies correspondiren mit den kleineren, helleren, dorsalen Pigmentfeldern, auch im lateralen Hautgebiete kleinere, ebenso gestaltete Felder. Von diesen ist das erste und zweite -- vor und zwischen den Brust- und Analflossen gelegen -- sehr gross.

Es ändert sich sehr wenig an dieser Beschreibung, welche an Embryonen von *Scyllium catulus* entlehnt (Fig. 19) ist, für die Embryonen von *Scyllium canicula*. Nur muss man die beiden verschiedenen Arten, den Merkmalen ihrer Spezies gemäss, auseinander halten.

Bei *Scyllium canicula* sind in diesem Stadium der Entwicklung, Kreise und Gruppen von schwarzen Pigmentationen in den dunklen Feldern schon vorherrschend. Bei *Scyllium catulus* kommen sie jetzt noch nicht vor, und erscheinen erst später. Bei *Scyllium canicula* findet man nicht immer (s. Fig. 21) die zwischen den grösseren Feldern gelegenen helleren kleineren Felder. Statt dessen findet

Fig. 21.



man einen einzigen schwarzen Kreis, welcher, wie sich herausstellen wird vollkommen äquivalent damit ist.

Aber bei beiden Arten besteht eine vollkommene Symmetrie in der Anordnung der pigmentirten Dunkelfelder der rechten und linken Seite, und dasselbe Schema gilt für beide Arten.

Die weitere Entwicklung der Haut-Pigmentation, ist aus den Fig. 22 und Fig. 23 ersichtlich. Sie sind Embryonen von circa 8 Monaten entlehnt. Fig. 22 ist von *Scyllium catulus* von circa 137 m.M. Es hat sich wenig geändert. Es sind aber jetzt auch bei diesem Thiere die schwarzen Kreise und Gruppen in den dunkeln Feldern sichtbar geworden, wie schon früher beim Embryo des *Scyllium canicula*. Bei dem Embryo des *Scyllium canicula* dieser Länge hat sich aber vieles geändert. Die schwarzen Kreise und Gruppen haben sich zu Schaden der dunklen Felder vermehrt. Die dunklen

Felder sind so wenig von der Grundfarbe verschieden geworden, dass sie nicht mehr gezeichnet werden können.

Wo vorher nur Sprache war von einer Vergleichung der dunklen

Fig. 22.

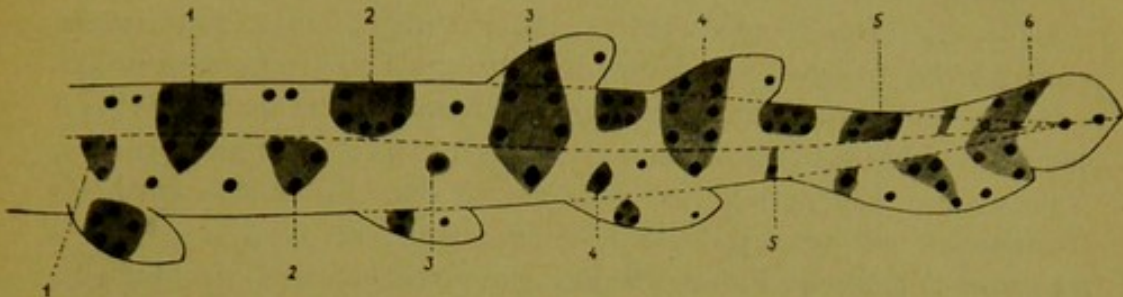
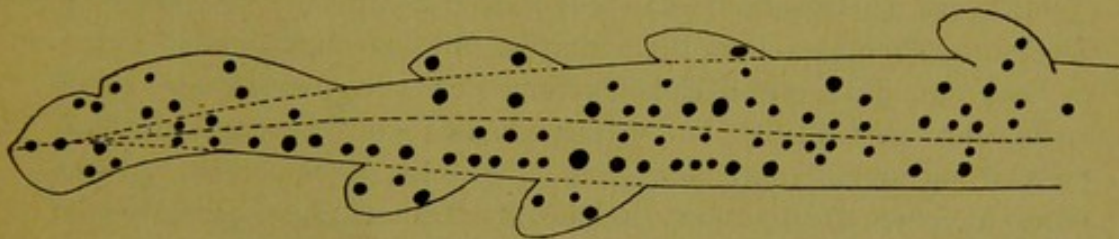


Fig. 23.



Pigmentfelder meiner beiden Scyllium-Arten, die sich jetzt bei Scyllium canicula verwischen, musste ich schon vorgreifen mit dem Hinweis auf die Position der schwarzen Pigmentkreise. Jetzt müssen die Verhältnisse dieser schwarzen Stellen genauer erörtert werden. Zuerst dient dazu der Vergleich eines Embryo von Scyllium canicula von 85 m.M. (Fig. 20) mit dem von Scyllium catulus von 137 m.M. (Fig. 22). Dass sich gerade in diesem Falle beide Schemata einander ausserordentlich nahe stehen, braucht nach dem vorhergesagten nicht viele Wörter mehr. Es entwickeln sich im dunklen Felde die schwarzen Pigmentpunkte oder Kreise, meist in seinem Rande, oft paarig und dann in vollkommener Symmetrie. Es bestätigt sich hier, was beim Erwachsenen Scyllium catulus sich behaupten liess, dass die dunklen Pigmentfelder mit den schwarzen Kreisen und Gruppen ein zusammengehöriges Ganzes bilden. Die Gruppierung dieser schwarzen Kreise in longitudinalen Reihen beim erwachsenen Thiere ist von der strengen Symmetrie bedingt, welche die paarigen schwarzen Kreise im dunklen Felde besitzen.

Es wurde zur definitiven Feststellung der Umgestaltung welche die Kreise und Dunkelfelder beim Auswachsen der Thiere durchmachen, sehr vortheilhaft gewesen sein, wenn ich ein einziges Thier sich unter meinen Augen entwickeln gesehen hätte. Aber das war unmöglich. Sie sterben zu bald. Selbst hatte ich zu meinen Be-

dauern nicht einmal eine sehr grosse Reihe von erwachsenen Thieren verschiedenen Alters zu meiner Verfügung. Es waren von *Scyllium catulus* einige Exemplare von 30—50 c.M. vorhanden, weiter sehr viele ganz oder nahezu ganz Erwachsenen von \pm 70 c.M., und von *Scyllium canicula* zahlreiche Exemplare von 40—50 c.M. Die Länge von 50 c.M. gilt für diese Art als die des erwachsenen Thieres. Ich kann deshalb nur aussagen, dass man bei erwachsenen Individuen sowohl bei *Scyllium catulus* als bei *Scyllium canicula* nicht mehr die schöne Serie der Pigmentfelder wiederfindet, welche ihre Embryonen so deutlich zeigen. Bei vielen wird die Grundfarbe so dunkel, dass sich die Differenz zwischen Grundfarbe und dunkles Pigmentfeld verliert. Sind aber die dunkeln Pigmentfelder vorhanden, so stimmen sie vollkommen in Form und in Position mit den Feldern des embryonalen Schema überein. Weiter gilt das Gesetz, dass je jünger das Exemplar, desto grösser die Uebereinstimmung seiner Pigmentation mit dem embryonalen Typus.

Was nun die weitere Entwicklung der schwarzen Kreise anbelangt, ihre Anzahl ist im späteren Alter sehr verschieden. Zwar bleiben sie in longitudinalen Reihen gestellt, auch stehen sie vereinigt in einer Gruppierung, welche als Einheit genommen, sowohl der Form wie der Ausdehnung nach mit den embryonalen Kreisen und Feldern, correspondiren. Ziemlich bestimmt kann man aber jetzt nachweisen, dass die zusammengesetzten Gruppen, wie sie in Fig. 18 (6—10) gezeichnet wurden, aus den einfachen schwarzen Kreisen hervorgehen. Man findet, wie oben gesagt, die zusammengesetzten Gruppen bei den erwachsenen *Scyllium catulus*, am meisten ausgesprochen in dem ventralen Winkel der dreieckigen grösseren Dunkelfelder. Bei Embryonen kann man ganz bestimmt sehen und auch noch bei jugendlichen Individuen von *Scyllium catulus*, dass die Spitze des dreieckigen Dunkelfeldes von einem einfachen schwarzen Kreis eingenommen wird (Fig. 22). Dagegen findet man beim Embryo von *Scyllium canicula* von 85 m.M. Länge, dessen Hautpigmentation, wie wir früher sahen, viel weiter fortgeschritten ist als bei *Scyllium catulus* derselben Länge, einen Hufeisenförmigen schwarzen Halbring (Fig. 20).

Diese beide Embryonen derselben Länge sind aber keineswegs gleich weit in Entwicklung fortgeschritten. *Scyllium catulus* liegt noch auf einem grossen Dotter, während *Scyllium Canicula* schon am Ende der Foetalperiode gekommen ist. Embryonen von *Scyllium caniculus* von 75 m.M. besitzen kleine dunkle Felder und darin scharf differenzirte kleine schwarze Punkte, welche in Zahl und in Position vollkommen denen von 85 m.M. gleichen, aber keine Halbringe mehr. Noch kleinere Embryonen von \pm 60 m.M.,

zeigen dagegen keine Spur von dunkeln Pigmentfeldern. Sie zeigen, der dorsalen Mittellinie entlang, einige paarig stehende kleine schwarze Kreise (Fig. 21). So ein Paar Schwarzkreise steht aber ganz genau an derselben Stelle wo bei den mehr vorgeschrittenen Stadien, die dunklen Felder vorkommen, in welchen die beiden schwarzen Punkte stehen. Die kleinen schwarzen Kreise sind die erste Andeutung der Pigmentation. Dass die erste Hautpigmentation an der dorsalen Mittellinie stattfindet ist, in Zusammenhang mit den von Eimer¹⁾ publicirten Observationen und Theorien, sehr merkwürdig.

Aber die ventrale Spitze des dreieckigen Dunkelfeldes bleibt die Stelle, wo bei *Scyllium canicula* die ersten Halbringe entstehen, und bei *Scyllium catulus* findet man dort solche Ringe zeitlebens vorhanden, mit dem Verstande, dass alle Gruppenformen (Fig. 18 6—10) neben den Ringen gefunden werden.

Die Localisation solcher Gruppenformation bei *Scyllium catulus* bleibt dieselbe ventrale Spitze des dreieckigen Feldes, wo bei *Scyllium canicula* das erste schwarze Hufeisen stand, das aus einem einfachen Schwarzkreis hervorging.

Es ist demnach nicht anzuzweifeln, dass Halbringe und Kreis-Gruppierung der grösseren schwarzen Pigmentationen aus den kleinen schwarzen Kreisen auswachsen. Aber es bleibt dann noch immer eine Frage übrig. Die streng bestimmte Zahl der embryonalen Schwarzkreise so wohl bei *Scyllium catulus* wie bei *Scyllium canicula* stimmt nicht mehr mit der viel grösseren Zahl der Schwarzkreise beim erwachsenen Individu, auch im dem Falle nicht, dass man Ring, Hufeisen und Gruppenformation als eine Einheit anschlägt. Die Schwarzkreise müssen sich beim auswachsen des Thieres vermehrt haben. Und das ist auch der Fall. Für diese Frage wäre es wünschenswerth gewesen, ein einziges Individuum in seiner Entwicklung zu verfolgen. Dieses war unmöglich, aber es stehen, zumal bei jugendlichen Individuen von 30. 50 bis 70 c.M. Länge, eigenthümliche Formen der Schwarzkreise zur Verfügung, die bis jetzt noch nicht besprochen wurden, und die ich in Fig. 18 (11—14) gezeichnet habe. Es sind Doppelkreise, die theilweise einander berühren, theilweise durch einen kürzeren oder längeren Streifen verbunden sind. Bei den *Scyllium catulus* findet man diese verdoppelte Kreise vorwiegend an der dorsalen Mittellinie. Die vier hier gezeichneten Formen, sind wohl als einfache Zweitheilung des einfachen schwarzen Kreises aufzufassen.

In dem lateralen Hautgebiete desselben, wo man die früher ge- deuteten (Fig. 4 6—10) Ringe, Hufeisen und Gruppenformation begegnet, kommt auch diese Vermehrung (die Zweitheilung) vor,

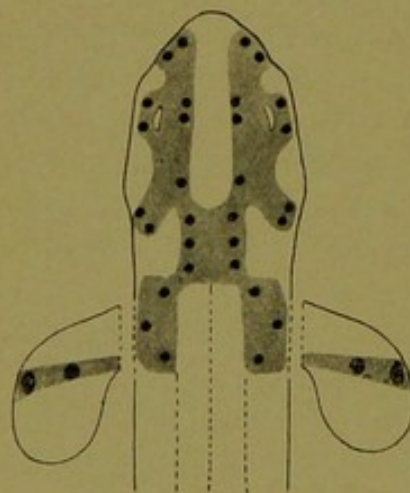
und dadurch complicirt sich die Gruppenformation in diesem Gebiete noch weiter Fig. 18 (14 und 15). Halbringe und Ringstücke der Gruppenformation, sind in kleinen Schwarzkreisen, die durch dunkle Bänder mit einander verbunden sind, aufgelöst.

Es sind demnach hier deutlich zwei Wege vorgezeichnet, welchen entlang der kleine Schwarzkreis seine Rolle bei der Hautpigmentation spielt. Einerseits die excentrische Vergrößerung, die am Ende zu Ringen mit hellem Kern, zu Hufeisen, und in Stücken getheilten Halbringen zu Gruppenformationen führt (Fig. 18 3—10) und andererseits die Vermehrung der Schwarzkreise, die an der dorsalen Mittellinie zu den Doppelkreisen führt, und an der lateralen Linie die Gruppenformation noch weiter in kleine schwarze Kreise auflöst. Am Ende, wundert man sich auch nicht, dass beim erwachsenen Thier keine bestimmte Zahl der schwarzkreise mehr besteht, da sie sich vermehren und Gruppenformationen sich wieder in kleine Schwarzkreise auflösen.

Bis jetzt war nur von Rumpf und Schwanz die Rede. Einige Worte nur noch über die Pigmentation des Kopfes beim Embryo. In Fig. 24 habe ich die Pigmentfelder gezeichnet, wie man sie beim Embryo von *Scyllium catulus* von 85 m.M. findet. Die kleinen Schwarzkreise sind dem Embryo von *Scyllium canicula* von 85 m.M. entlehnt, und aus diesen beiden ist das Schema in Fig. 24 combinirt.

Die Schwarzkreise sind schon hier in eine longitudinale dorsale Mittelreihe geordnet, und auch die späteren Randreihen an der Unter-

Fig. 24.



grenze des Kopfes kann man aus der Ordnung der kleinen Kreise wieder erkennen. Die dunklen Pigmentfelder sind hier eigenthümlich. Sie sind symmetrisch, erreichen nicht die dorsale Mittellinie. Sie umgeben hauptsächlich die Augen. Aber dies ist alles nur beim Embryo von *Scyllium catulus* deutlich. Schon beim jugendlichen Individu, spaltet sich dieses grosse continue Kopffeld in mehrere Theile, nämlich, drei Randfelder, ein prae- und ein post-oculäres Feld.

Die vorstehenden Auseinandersetzungen erlauben jetzt die Frage, ob und in wie weitem Grade ein Zusammenhang besteht zwischen der Hautpigmentation der *Scyllium*-arten und ihrer metameren Haut-innervation.

Es müssen für die Beantwortung dieser Frage das Kopftheil,

die vorderen Flossen, der Rumpf und der Schwanz streng auseinander gehalten werden.

Der Kopf bleibt hier unbesprochen. Es scheint — wie das combinirte Schema in Fig. 24 zeigt — als alternirten in dieser Gegend zwei oder mehr laterale dunkle Pigmentfelder, mit einem dorsalen in der Mittellinie.

Auch über die vorderen Flossen kann ich nur wenig aussagen. Die Anordnung der schwarzen Kreise die beim erwachsenen Thiere in fächerförmig geordneten Reihen stattfindet, stimmt in groben Zügen mit der Position und der Anordnung der peripheren Wurzelgebiete der Haut überein. Aber bis jetzt scheint es mir nicht möglich um diese Anordnung aus der embryonalen (Fig. 11) zu deuten, und selbst die Deutung der embryonalen Verhältnisse bietet grosse Schwierigkeiten.

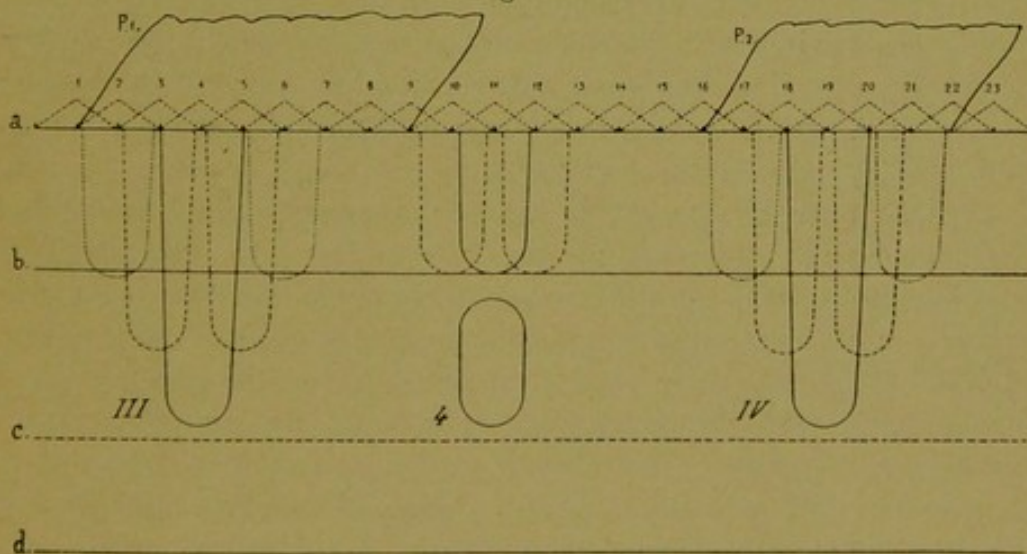
Dagegen findet man an Rumpf und Schwanz Verhältnisse die mit dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse über den Bau der Innervationsgebiete der hintern Wurzeln in der Haut — der Dermatome — in Verband zu bringen sind.

Das gilt zuerst von den dunkeln Pigmentfeldern.

Wie schon oben beschrieben ist, sind bei Embryonen und bei adulten Thieren — wie es aus den Schemata hervorgeht — diese dunklen Pigmentfelder serial geordnet in symmetrischen Dreiecken, deren Basis an der dorsalen Mittellinie liegt.

Zwischen diesen grösseren Feldern liegen, der dorsalen Mittellinie entlang, ebenfalls serial geordnet, kleinere Felder. Die letz-

Fig. 25.



teren bilden aber keine continue, sich vorbei der lateralen Linie nach der ventralen Seite zuspitzende Dreiecke. Sie sind in der Gegend der lateralen Linie unterbrochen und das Ganze ist als ein

in zwei Stücke — ein dorsales und ein laterales — gebrochenes Feld anzusehen.

Es mögen diese Verhältnisse complicirt erscheinen, aber es ist demungeachtet nicht zu leugnen, dass diese Verhältnisse ziemlich grosse Verwandtschaft besitzen mit einem bei Vertebraten sehr bekannten und sehr verbreiteten Streifentypus der Haut, der, nach einem Thiere, wo er seine schönste Ausbildung erreicht, der Typus der Zebra-streifen genannt werden kann. Die Deutung dieser Streifen bei den Vertebraten steht noch keineswegs fest.

Diesen Gedankengang kann man für die beiden untersuchten Arten weiter verfolgen, ohne dabei an einer Uebertragung auf andere Arten zu denken.

Im allgemeinen kann man sagen, dass in allen Fällen, wo man unregelmässige oder discontinue Pigmentation der Haut findet, die Frage berechtigt ist, ob nicht bestimmte z.B. stärker pigmentirte Zonen in Form, Ausdehnung und Anordnung beantworten an ein bestimmtes Innervationsgebiet der Haut.

Sherrington's Hypothese, dass die Hautgebiete der sympathischen Ganglien eng verknüpft sind mit den Hautgebieten der hinteren Rückenmarkswurzeln, und nahezu dieselbe Ausdehnung besitzen, und Head's beim Herpes Zoster festgestellte Erfahrungen, zwingen mich um die Innervationsgebiete eines jeden Sympathicus-ganglion mit den *Kernfeldern* zu identificiren, die Winkler und ich (1, 2) im Dermatome des Hundes angenommen haben.

Meine im Anfang dieser Verhandlung beschriebenen Untersuchungen haben gezeigt, dass bei der Hautinnervation der hinteren Rückenmarkswurzeln, bei *Scyllium catulus*, kein nennenswerther Unterschied zwischen Kernfeld und Dermatome besteht. Die Einengung oder die Unterbrechung des Kernfeldes als constanter Ausdruck des Absterbens der Dermatome beim Hunde wahrgenommen, kam bei *Scyllium catulus* nie vor.

Auch sind die Eigenschaften des Dermatomes bei *Scyllium catulus* und beim Hunde, wie ich zeigte, verschieden. Dennoch sind diese Verschiedenheiten nicht derart, dass ein Vergleich zwischen dem Dermatome von *Scyllium catulus* und dem von *Canis* unerlaubt sein würde.

Keineswegs darf man aus dem Fehlen der charakteristischen Einengungen und Durchbrechungen, welche die Kernfelder beim Hunde so oft zeigen, den Beweis ziehen, dass diese Kernfeldformen beim *Scyllium catulus* nicht da sind. Wahrscheinlich bestehen sie auch bei diesem Thiere nur während des Absterbens des Dermatomes wie beim Hunde. Es dauern aber diese Stadien bei Hai-fischen ihrer einfacheren Verhältnisse wegen viel kürzer, und sind darum nicht nachweisbar.

Und es scheint mich darum erlaubt einen Versuch zu machen um die viel besseren Kenntnisse, die wir beim Hunde über Kernfeld und Dermatome besitzen, auf die Dermatome von *Scyllium catulus* zu übertragen. Das Kernfeld würde dann auch hier, mit dem Sympathicus-Gebiet der Haut analog sein. Seine Ausdehnung, wiewohl — wie beim Hunde — im Grossen und Ganzen mit dem Dermatome übereinstimmend, würde so bald es auf feinere Innervations-Verhältnisse ankommt auch bei *Scyllium catulus* die Formveränderungen des Kernfeldes des Hunde-Dermatomes nachfolgen.

Setzt man, von der Hypothese ausgehend, dass die Innervations-Verhältnisse bei *Scyllium catulus* und beim Hunde übereinstimmen, weiter den Fall, dass die Pigmentation der Haut in ihrer Stärke wirklich von den Rückenmarks — resp. Sympathicus — Segmenten bestimmt wird. Mit diesen beiden Voraussetzungen, lässt es sich dann leicht vorstellen, dass ein Segment die Eigenschaft der Pigmentation in stärkerem Grade besitzt als einige nächstliegende craniale oder caudale Segmente.

Folgt in diesem erstgenannten Segment die Pigmentationsstärke der Haut der Ausdehnung der Kernfeldfigur, so wird sie im Dermatome sich nur dort sehr stark finden können, wo eine gewisse, in casu die stärkste Innervationsintensität sich befindet. Das heisst — wie beim Hunde — wird sie die Form eines (an der ventralen Seite) eingeeengten dorso-lateralen Kernfeldes, eines abgekürzten Dreieckes erreichen, das die laterale Linie um ein bestimmtes überschreitet. Die nächstliegenden Segmente (in diesem Falle, die weniger stark Pigment erzeugenden Segmente) werden die Pigmentation in der Form von kleineren Kernfeldern, d. h. in noch mehr abgekürzten dorso-lateralen Dreiecken zum Ausdruck bringen, welche die laterale Linie weniger überschreiten, oder gar nicht mehr erreichen, oder endlich auch in der lateralen Linie unterbrochen sein können — wie sich dies alles als Kernfeldformen beim Hunde direkt demonstrieren lässt, und in meinen früher citirten Abhandlungen demonstriert ist.

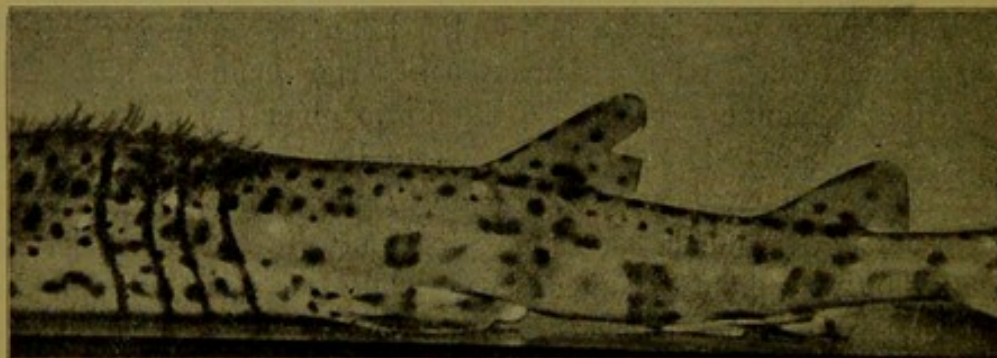
Eine Reihe von fünf neben einander liegenden Segmenten, dessen mittleres am stärksten Pigment zu erzeugen vermag, würde zum Beispiel Kernfeldfiguren hervorrufen, wie sie in Fig. 26 in III und IV gezeichnet sind. Es bleibt nur die Frage ob diese Zeichnung erlaubt ist. Dafür erinnere ich an der früher beschriebenen Isolation des Dermatomes beim *Scyllium catulus* von ± 70 c.M. Dort ergab die sehr genaue Messung und die Berechnung der Breite des Kernfeldes an der dorsalen Mittellinie 14 m.M., und wo sie in diesem Falle besonders gut isolirt war, ergab sich für das unbedeckte Kernfeld, das x genannt wurde $1\frac{1}{2}$ m.M. Mit Zugrundelegung dieser

experimentel bestimmten Zahlen ist die Fig. 26 construiert, und es zeigt sich wie sehr diese Construction mit den wirklichen Befunden der dunkel pigmentirten Felder beim erwachsenen *Scyllium catulus* übereinstimmt. Nur lässt es sich nicht leugnen, dass bei mehreren erwachsenen Objecten, die embryonalen Verhältnisse der Pigmentation derart verwischt sind, zumal im Rumpfggebiete, dass es nicht mehr möglich ist sie wieder zu erkennen.

Am schwierigsten greift dies bei der Deutung der kleineren Dunkelfelder, die in der lateralen Linie unterbrochen sind, ein. Es kommt nicht so selten vor, dass zwei kleinere Felder vorbei der lateralen Linie, mit einem einzelnen an der dorsalen Mittellinie gelegenen Pigmentfeld alterniren. Diese Erscheinung, die auch am Kopfe gefunden wird, ist noch keineswegs verständlich.

Gelten Segmental-Anordnungen im Sinne wie sie in Fig. 25 beschrieben worden sind für die dunkeln Pigmentfelder, so gelten sie selbstverständlich auch für die schwarzen Kreise, deren Stellung an die der dunkeln Felder gebunden ist. Damit ist aber

Fig. 26.



keineswegs erklärt, warum die schwarzen Kreise sich längs den Rändern dieser Dunkelfelder entwickeln. Darüber kann ich nichts aussagen. Etwas mehr wird über das weitere Wachstum und die Theilung der schwarzen Kreise zu sagen sein. Wie gesagt, bei der Beschreibung des factischen Befundes, steht constant in der ventralen Ecke des dreieckigen Dunkelfeldes, bei den erwachsenen Exemplaren von *Scyllium catulus* eine schwarze Pigmentgruppierung. Bei Embryonen findet sich dort bei beiden Arten ein schwarzer Kreis. Weil der ventrale Gipfel des Dreieckes nothwendigerweise von einem einzelnen Kernfeld her stammt (s. Fig. 26), wäre dies vielleicht eine Eigenschaft des ventralen Kernfeldgipfels, womit die beiden seitenständigen schwarzen Kreise beim *Scyllium catulus*-Embryo noch weiter im Einklang wären. Wie dem aber sei, sowohl der ursprüngliche schwarze Kreis, wie der aus ihm erwachsene Ring, Halbring oder Hufeisen-Gruppe, müssen dann in einem einzigen Dermatom

liegen. Zahlreiche Messungen dieser Gruppierungen von schwarzem Pigment bringen nun das constante Resultat, dass sie nie grössere Ausdehnung besitzen, als ein Dermatom an dieser Stelle besitzen kann. Sie sind, wie gross auch, deshalb mono-segmental.

Es gewinnt deshalb an Wahrscheinlichkeit, dass das Wachstum der Haut die Ursache ist der Fragmentirung der embryonalen schwarzen Kreise. Es lässt sich das schematisch äusserst einfach vorstellen.

Die Grundform von allem schwarzem Pigment ist der kleine schwarze Kreis, und man kann sich denken, dass einzelne Nerven an dieser Stelle diese starke Pigmentation reguliren.

Wächst die Haut durch interstitielle Vermehrung ihrer Elemente so können diese Nerven auseinander gezogen werden. Findet dieses Wachstum hauptsächlich in einer Richtung statt, so ist es leicht zu verstehen, dass die schwarzen kleinen Kreise erst oval werden, und die Verzerrungen in einer Richtung zeigen, wie die Phasen in Fig. 18 (14, 15, 16, 17) sie uns gezeigt haben. Zweitheilung kann hier das Ende werden. Aber alle diese Phasen werden nahezu ausschliesslich an der dorsalen Mittellinie gefunden, und es geschieht an dieser Mittellinie das Wachstum der Haut hauptsächlich in einer Richtung. Wie gesagt findet man bei jungen Thieren diese ovale, in antero-posteriören (cranio-caudalen) ausgezogene Doppelkreise sehr oft neben der dorsalen Mittellinie.

Dagegen liegen sie neben der lateralen Linie, falls sie dort (selten) vorkommen, in dorso-ventraler Richtung ausgezogen.

Findet aber das Wachstum der Haut in allen Richtungen interstitiell gleichmässig statt, so werden auch die Nerven gleichmässig in allen Richtungen auseinandergezogen werden. Dadurch können die Formen entstehen, die in Fig. 18 (2, 3 und 4) gezeichnet sind. Erst entsteht ein grösserer Kreis, dann ein Kreis mit einer hellen Stelle in der Mitte, ein Ring. Geht dieses interstitielle Wachstum noch weiter, so kann ein Augenblick kommen, dass die auseinandergezogenen Nervenfasern soweit auseinander liegen, dass sie nicht mehr im Stande sind, die Continuität der pigmentirten Ringe zu erhalten. Es entsteht die Hufeisenform oder es entstehen die mehr oder weniger unterbrochenen Ringe, (s. Fig. 18, 5, 6, 7, 8, 9), wozu Ringe und Hufeisen den Uebergang vermitteln.

Diese Vorstellung findet selbst noch weitere Stützen, in dem Befund einiger Gruppenformationen von schwarzem Pigment, die am meisten complicirt sind. Die letzten Stadien der Evolution sind schon zum Theil in Fig. 18 (14 und 15) beschrieben. So weit rücken die Nervenfasern auseinander, dass am Ende auch die

Halbringe sich in einfachen Kreisen auflösen, die zwar im Anfang noch im Halbring angeordnet und mit einander verbunden sind, Fig. 18 (14) aber später Fig. 18 (15) keinen oder nur noch einen sehr losen Zusammenhang mit einander haben. Es wäre möglich dass am Ende nur ein einziger Nervenfasern dieser Gattung zu einem Kreise gehörte. Und es steht in Einklang mit dieser Auffassung, dass die secundären kleinen schwarzen Kreise immer viel weniger saturirt sind, als die primären. Auch sind diese, welche man nur an der ventralen Seite der lateralen Linie findet nie so schwarz als die neben der dorsalen Mittellinie.

Zum Theil aber gehören zu diesen späteren Stadien der Evolution, seltene, sehr curiöse Gruppenformationen, die ich noch nicht beschrieben habe, deren Beobachtung mich von Neuem eine Stütze für meine Auffassung scheint. Bis jetzt habe ich der pigmentlosen oder jedenfalls weissen Kreise mit keinem Worte gedacht, weil es so grosse Schwierigkeit hat, um über ihre Verbreitungsweise und deren Regelmässigkeit etwas sicheres auszusagen. Nur ward gesagt, dass dieselben bei *Scyllium catulus*, falls sie zahlreich genug waren, symmetrisch und ungefähr in Längsreihen gelegen waren. Bei *Scyllium canicula* sind sie oft ausserordentlich zahlreich und sie scheinen sich jedem Regelmässigkeit in ihrer Anordnung zu entziehen. Aber auch hier besitzen sie oft eine vollkommen symmetrische Anordnung beiderseits. Es befinden sich aber bei erwachsenen *Scyllium catulus* bisweilen einige nicht symmetrische weisse Kreise, die zweifelsohne in Verband mit sehr zusammengesetzten schwarzen Pigmentgruppen stehen. Man trifft sie selten und nur im lateralen Gebiete und sie sind vollkommen genau, wie man sie finden kann, in Fig. 18 (16 und 17) wiedergegeben. Es hat doch allen Schein, als hätten diese weisse Kreise den Halbring bilden.

Es schliesst sich diese Thatsache wieder unmittelbar der Vorstellung an, als wären diese weisse Kreise dort entstanden, wo die Nerven, welche die schwarze Pigmentbildung reguliren, so weit aus einander gerückt sind, dass sie gar nichts mehr zur Pigmentbildung beitragen können.

Kurz, es können alle die verschiedenen schwarzen Pigmentbildungen, wie complicirt auch ihre Gruppierung sein möge, als Folgen des secundären Wachstums der Haut, durch auseinanderdringen der die Pigmentbildung regulirenden Nerven, angesehen werden.

Resumirend finde ich:

1^e. Die Pigmentation der Haut ist bei *Scyllium catulus* und bei *Scyllium canicula* nach demselben Typus gebildet. Ihre Pigmentation ist eine in dorso-ventralen Bändern geordnete.

2^e. Die erste Anlage dieser Bänder besteht in einer symmetri-

schen Reihe runder Pigmentkreise, die paarig zu einander gehören.

3^e. Form und Ausbreitung der späteren Bänder kann man sich abhängig denken von der segmentalen Haut-innervation und zwar in der Weise: dass es unter die gleichwertigen Rumpfsegmente einige gibt, die gruppenweise einen Einfluss auf der Hautpigmentation üben.

4^e. Die complicirten Formen des schwarzen Pigmentes bei *Scyllium catulus* sind aus dem embryonalen einfachen schwarzen Kreis abzuleiten, die von dem interstitiellen Hautwachsthum auf verschiedener Weise gezwungen wird seine Form zu ändern.

LITERATUR.

A.

(1) C. Winkler en G. A. van Rijnberk. Over vorm en functie van het rompdermatoom. I. Verslagen K. Akad. v. Wetensch. Amsterdam, 30 Nov. 1901. II. Ibidem 28 Dec. 1901. III. Ibidem 29 Maart 1902. IV. Ibidem 31 October 1903.

(2) C. Winkler. Ueber die Rumpfdermatome. Ziehen's Monatschrift f. Psych. u. Neur. B. XIII. Heft 3. 1903.

(3) G. A. van Rijnberk. Over het in centripetale richting afsterven van sensibele huidgebieden. Verslag K. Akad. v. Wetensch. Amst. 31 Oct. 1903.

B.

(4) Fl. Eimer. 1). Untersuchungen über das Variiren der Mauereidechse. Trönbel's Archiv f. Naturgeschichte 1881.

2) Ueber die Zeichnung d. Thiere. 1—VI. Humboldt 1885—1888.

3) Ueber die Zeichnung d. Thiere (Raubthiere I, II, III) Zoolog. Anzeiger. Bd. V, VI, VII.

(5) J. Zennerk. a) Die Anlage der Zeichnung u. derer Physiol. Ursachen bei Ringelnatter Embryonen. Zeitschr. f. Wiss. Zool. Bd. 58.

(6) M. v Linden. Die ontogenetische Entwicklung der Zeichnung unserer einheimischen Molche. Biol. Centrblt. XX.

(7) F. Werner. a) Untersuchungen über die Zeichnung der Schlangen. Wien 1890.

b) Untersuchungen über die Zeichnung d. Wirbelthiere. Zool. Jahrb. Systh. Bd. VI. 1892.

818-1.



