

Studien über die Innervation der Haarbälge der Haustiere.

Von

Dr. med. Robert Bonnet,

Prosector an der Thierarzneischule zu München.

Mit Tafel XVII—XIX.

Als ich daran ging, die Anordnung und Endigung der sensiblen Nerven in den Haarbälgen zu untersuchen, leitete mich weniger die Hoffnung die Fülle der vorhandenen Angaben mit vielen neuen Thatsachen vermehren zu können, als vielmehr der Wunsch das reichlich vorhandene Material einer kritischen Sichtung zu unterwerfen, um Irriges, wenn möglich, endgültig auszumerzen, factisch Vorhandenes aber bestätigen zu können.

Nur eine flüchtige Beschäftigung mit der schon vorliegenden, zum Theil den bewährtesten Federn entstammenden reichhaltigen Literatur liess erkennen, dass die Untersuchung bei der grossen Complicirtheit des Baues der kleinen Fühlapparate keine geringen Schwierigkeiten zu überwinden haben würde. Zugleich ergab sich, dass die Nervenenden in den schwellkörperhaltigen Bälgen der grossen Spürhaare in den verschiedensten Regionen der Haarhüllen gesucht und gefunden worden waren. Bei den schwellkörperlosen Bälgen schien hinsichtlich des Ortes der Endigung grössere Uebereinstimmung zu herrschen. Bei beiden Arten aber war eine Einigung über die Anordnung der Terminalapparate, sowie die Art der Enden noch keineswegs erreicht worden, ein Umstand wohl bedingt durch die untersuchte Thierart, die angewandte Methode und grössere oder geringere Geschicklichkeit des Untersuchers. So durfte man es bei dem heuti-

gen Standpunkt der Dinge fast als Geschmaekssache betrachten, ob man, wenn nicht eigene Untersuchungen nach einer oder der anderen Richtung hindrängten, sich für diese oder jene Art der Endigung zu entscheiden für gut fand. Die auf den ersten Blick geradezu frappante Vielseitigkeit von Angaben erklärt sich sehr leicht durch den Umstand, dass die Auffassung unserer Nervenenden fast stetig beeinflusst war von den Schwankungen, welche unsere Kenntniss der Hautnerven erfuhr. Viele Forscher hatten, wie später gezeigt werden wird, erst eingehend die Innervation der Haut untersucht und hierbei gewonnene Resultate auf homologe Theile der Haarhüllen übertragen. Bis zur Stunde aber ist die Frage über die Enden der sensiblen Hautnerven bei der grossen Ausbeute conträrer Angaben noch keineswegs als abgeschlossen zu betrachten und brauche ich als beweisend für diese Behauptung nur auf die noch herrschende Controverse, ob das Ende frei zwischen dem Epithel oder frei zwischen den Zellen der Terminalapparate oder in denselben selbst zu suchen sei, hinzuweisen. Da es nun in vorliegender Arbeit absolut nothwendig war, auch die Innervation dieses Organs einigermaßen zu berücksichtigen, so hoffte ich ihr eine weitere, vielleicht nicht ganz unwichtige Seite abgewinnen zu können.

Die mannigfachen Widersprüche, welche in den Angaben über die Endigungen sensibler Nerven überhaupt vorliegen, zeigen uns wie weit wir trotz aller angewandten Mühe noch von einer allgemein als gültig anerkannten Deutung entfernt sind. Da nun aus mehreren Gründen anzunehmen sein dürfte, dass eine solch enorme Mannigfaltigkeit von Endigungen, wie sie im Allgemeinen als freie Enden, Endknospen, Tastzellen, Tastzellenkolben, Tastkolben, Tastkörperchen und geschlossene Terminalnetze angegeben werden, wenigstens in einem und demselben Organe, z. B. der Haut, in Wahrheit doch wohl kaum zur Erreichung eines und desselben Zweckes bei denselben Thierarten sich vorfindet, so ist eine Arbeit, die angesichts dieser Verhältnisse von dem eingangserwähnten Gesichtspunkte ausgeht, vielleicht ebenso berechtigt, als eine an neuen Thatsachen reiche Abhandlung.

Ich wählte zu meiner Untersuchung die Hausthiere, einmal, da sie mir reichliches und hinreichend frisches Material in Aussicht stellten, dann auch, weil ich die Untersuchung auf mehrere Arten und Ordnungen der Säugethiere ausbreiten wollte. Ferner aber war nur so eine Controle der schon vorhandenen Arbeiten, welche theils nur ein Thier, theils mehrere ins Bereich ihrer Untersuchung ge-

zogen hatten, möglich, da gerade in dem von mir gesteckten Rahmen sich die meisten der schon untersuchten Thiere wieder vorfanden.

Ich untersuchte die Haarbälge des Pferdes, Schafes, Rindes, des Hundes und der Katze, des Schweines und zweier sich selbst zu unsern Hausthieren rechnender Schmarotzer, der Ratte und der Maus.

Von der inzwischen stets fortschreitenden histologischen Technik mir Vortheile versprechend, auf welche manche der früheren Beobachter hatten verzichten müssen, hoffte ich zugleich durch die Anwendung aller bisher benutzter Methoden, differente Angaben vielleicht auf ein einheitliches Factum zurückführen zu können, eine Hoffnung, die sich wenigstens theilweise bestätigt hat.

Es musste mir zunächst daran liegen, den anatomischen Nachweis für die allbekannte physiologische Thatsache, von der man sich leicht an sich selbst überzeugen kann, zu führen, dass jedes Haar mit seinen Hüllen ein Fühlorgan darstellt. Die bisherigen Arbeiten haben nämlich nur die Haarbälge bestimmter Körperstellen und bei bestimmten Thieren auf ihre Innervation untersucht und dieselbe dort oft sehr stark entwickelt gefunden. Es hatte sich in Folge dessen die Anschauung befestigt, dass man diese Stellen mit einem besonderen Tastvermögen ausgestattet betrachten müsse, das ihnen gerade durch die dort befindlichen, reichlich innervirten Bälge grösserer oder kleinerer Haare vermittelt würde. Man hat diese dann Tasthaare genannt und sie von den gewöhnlichen Haaren des Thierkörpers durch anatomische Eigenthümlichkeiten, aus welchen sich gerechtfertigte Schlüsse auf ihre physiologische Function ergaben, unterschieden. Dies geschah namentlich bei den fast bei allen Säugern sich findenden mehr oder minder stark entwickelten und in wechselnder Anzahl vorhandenen Borsten an der Schnauze, den Wangen, dem Kinn und den Augenlidern, die man als Tast-, Spür- oder Fühlhaare bezeichnete und ihnen in Folge mancherlei Eigenthümlichkeiten eine ganz besondere Feinheit der Tastempfindung zuerkannte. Durch diese Bezeichnungen wurde nun wieder die Präcision des Begriffs »Tasthaar« im anatomischen Sinne verwischt, indem man im letzteren Fall ein Haar mit schwellkörperhaltigem Balg, das andere Mal ein gewöhnliches mit nur, wie es schien, reichlicher innervirtem Balge im Auge hatte.

Die grossen eben beschriebenen Haare grenzen sich aber in der That durch mancherlei Eigenthümlichkeiten, so durch ihre Grösse, die starke Entwicklung ihrer einen Blutsinnus einschliessenden Bälge, der bei manchen Thieren in einen oberen Abschnitt, Ringsinnus, und

in einen unteren, spongiösen Körper, zerfällt, sowie durch ihren eigenthümlichen willkürlichen Muskelapparat und ihren enormen Nervenreichthum auf den ersten Blick sehr scharf von den übrigen Haaren ab.

Bei genauerer Betrachtung verwischt sich jedoch die durch diese bisher als Unterschied angeführten Eigenthümlichkeiten gezogene Grenze mehr und mehr. So ist ihre Grösse nur ein relatives Unterscheidungszeichen. Während sie z. B. allerdings bei Katze, Ratte, Maus, Kaninchen, kurzhaarigen Hunden alle übrigen Haare des Balges überwiegt, wird sie z. B. beim Pferde durch die Länge der Mähnen und Schweifhaare übertroffen.

Die Entwicklung der Bälge aber zeigt eine grosse Reihe von Entwicklungsformen derselben beim kleinsten Wollhaar bis zu den stärkeren Borsten und auch eine willkürliche Muskulatur lässt sich an einer grossen Reihe von Haaren, so z. B. an der Schnauze aller Thiere nachweisen. Mit dem Nachweis einer Innervation von wechselnder Stärke an jedem Haar wird ferner die Präcision dieser Unterscheidungszeichen noch hinfälliger. Die aus anatomischen Thatsachen gezogene physiologische Bezeichnung »Tasten« muss erst noch genauer gerechtfertigt werden und so bliebe nur ein allerdings hinreichend unterscheidendes Merkmal, der Schwellkörper des Balges. Ich möchte sie deshalb mit dem Namen der schwellkörperhaltigen Haarbälge bezeichnen. Durch die Constanz ihres Standortes an Ober- und Unterlippe, Kinn, Wange, Augenlidern und, wie DIETL für Wiesel und Eichhörnchen gezeigt hat, an der Streckseite des Ellenbogens, wäre auch eine Bezeichnung wie Schnauz-, Wangen-, Lid- oder Ellenbogenborsten gerechtfertigt, bei der man sich dann an die sonstigen Eigenthümlichkeiten ihrer Bälge erinnern könnte.

Meine Untersuchung gliedert sich danach in zwei natürliche Abtheilungen:

- I. die Innervation schwellkörperloser und
- II. die Innervation schwellkörperhaltiger Haarbälge.

I. Die Innervation schwellkörperloser Haarbälge.

Zunächst ergab sich die Frage: Lässt sich für alle blutsinulosen Haarbälge eine Innervation nachweisen, welche Anordnung besitzt sie, und ist diese letztere an allen Haaren aller Thiere constant oder unterliegt sie an bestimmten Bälgen oder bei bestimmten Thieren gewissen Variationen?

Wenden wir uns zunächst zur vorliegenden Literatur. In den Lehrbüchern der Histologie von KÖLLIKER 1867, STRICKER, BISIA-DECKI 1871, FREY 1876, KRAUSE 1876 finden sich mehr oder weniger rudimentäre Angaben über spärliche hie und da sich theilende Nerven in der Faserhaut des Balges, dann dass äusserst reiche Mengen von Nerven in der Umgebung der Papille und äusseren Balglage, entweder im Haarbalggrunde zwischen den Zellen der äusseren Wurzelscheide oder bis dicht an ihre Zellen verfolgt worden seien. Da und dort wird auch ein Nervenring erwähnt, der unter den Talgdrüsen gelegen bald aus blassen bald aus markhaltigen Fasern besteht, bald wieder völlig geläugnet wird. Diese Angaben beziehen sich meist auf menschliche Haarbälge. Genauere Details finden sich über bestimmte Regionen des Thierkörpers.

So beschreibt SCHÖBL¹⁾ im Fledermausflügel die Nervenordnung in der Weise, dass zu jedem Balge der kleinen Härehen Stämmchen aus einem sehr entwickelten Hautgeflecht herantreten und unter den Talgdrüsen einen blassen Nervenring um die Haartasche bilden, von welchem aus Fasern zu einem tannenzapfenähnlichen, im Grunde des Haarbalges gelegenen nervösen Terminalkörper nach abwärts ziehen sollten.

Im selben Jahre schilderte EBERTH²⁾ in den Haarbälgen des Kaninchens einzelne Fasern, welche mit den von LANGERHANS³⁾ hie und da in der äusseren Wurzelscheide der Menschenhaare nachgewiesenen Körperchen in Verbindung treten sollten.

Während dann BOLL⁴⁾ die SCHÖBL'schen Angaben bestätigte, gelangte BEIL⁵⁾ nur theilweise zu denselben Resultaten. Er beschreibt nämlich am Haartaschenhals der Maus einen Nervenring, von dem aus nur einige marklose Fasern in die Höhe liefen, deren Ende unermittelt blieb. Bei der Fledermaus sollten feine marklose Aestchen meist oberhalb, seltener in gleicher Höhe mit den Talgdrüsen sich verschlingen und im Haarbalge verlieren. Nur einmal will er ein dem SCHÖBL'schen Wurzelzellkörperchen entsprechendes Gebilde gesehen haben, zu dem zwei Fasern herab-

1) Archiv f. mikr. Anat. 1870.

2) Im selben Bande derselben Zeitschrift.

3) Virchow's Archiv. Bd. 41.

4) Centralblatt f. med. Wissenschaften 1871, No. 31.

5) Ueber die Nervenendigungen an den Tasthaaren einiger Säugethiere. Inaug.-Diss. Göttingen. 1871.

zogen. Dann hatte SCHÖBL¹⁾ eine seine erste Arbeit bestätigende Anordnung im äusseren Ohr der Mäuse und des Igels gefunden. Eine inzwischen mit STIEDA entbrannte Polemik²⁾ führte ihn jedoch dazu, seinen Wurzelzellkörper in Nervenknäuel umzutauften.

In seiner letzten Arbeit: »Ueber die Tasthaare der Igelschnauze«³⁾ gab auch der Nervenknäuel sein Dasein auf. Wurzelzellkörper und Nervenknäuel wurden nämlich inzwischen durch STIEDA und JOBERT⁴⁾ als Keime junger Haare entlarvt. Dem Nervenring allein blieb seine Existenz gesichert. Er wurde als Endapparat bezeichnet, aber seiner nach abwärts ziehenden Fasern beraubt, die als Bänder, Längsfalten, der Glashaut erklärt wurden. Mit dieser letzteren stehe der Nervenring in directer Verbindung. Doch findet sich in dieser Abhandlung SCHÖBL's die bemerkenswerthe Angabe von zahlreichen Uebergangsformen sowohl im anatomischen Bau der Bälge als hinsichtlich des Nervenreichthums der schwellkörperhaltigen Haarbälge zu den schwellkörperlosen, ein Verhalten, das bisher nicht beobachtet worden war.

Der Nervenring nun, den STIEDA nicht weiter erwähnt, wird von JOBERT in seiner eben angeführten Abhandlung für die Haare des Fledermausflügels und die Schnauzhaare einiger Thiere bestätigt und ihre Innervation in folgender Weise geschildert:

»Die Nerven kommen zu den kleinen Schnauzhaaren meist von zwei Seiten her und zwar unter den Talgdrüsen. Der Follikel ist hier ausgebaucht und hyalin und man beobachtet an ihm lange verschwommene Kerne sehr dicht neben einander. Eine Art »anneau fibreux« existirt also an dieser Stelle. Hier treten die Nerven heran, theilen sich, ihre Röhren umkreisen den Follikel theilweise, treten hier durch (wodureh?) und verlieren ihr Mark, indem sie gegen die Glashaut zustreben. Bei ihrem Durchtritt bieten sie das Aussehen undeutlicher Kerne.«

Eine weitere Arbeit desselben Forschers⁵⁾ weist nach, dass alle

1) Archiv f. mikr. Anat. Bd. 7.

2) STIEDA, Ueber die angeblichen Terminalkörper an den Haaren einiger Säuger. Archiv f. mikr. Anat. Bd. 8 und Zur Kritik der SCHÖBL'schen Untersuchungen der Haare ebenda Bd. 9. Im selben Werke finden sich auch SCHÖBL's Entgegnungen.

3) Arch. f. mikr. Anat. Bd. 9.

4) Etudes d'anat. compar. sur les organes du toucher chez divers Mammifères etc. Anat. des sciences naturelles V. Serie Zoolog. T. XVI. Art. No. 5. 1872.

5) Comptes rendus Avril 1871. No. 15. Recherches sur les organes tactiles.

Schwanzhaare der Ratte als Tastorgane zu betrachten seien, da ihre Bälge in folgender Weise innervirt würden:

»Die Nerven setzen sich immer unter den Talgdrüsen mit dem Follikel in Verbindung. In dieser Gegend findet sich ein anneau dermique, wo die Nerven durchtreten. Dieselben theilen sich, behalten ihr Myelin, das sie dann plötzlich verlieren, während die Aehseneylinder allein ihren Verlauf beibehalten, um dann geradlinig aber etwas verbreitert fortzulaufen. JOBEK konnte mit sehr starken Objectiven von NACHET sehen, dass einige in Form einer kleinen Anschwellung endeten. Häufig zeigen die Röhren im Augenblick des Durchtritts durch die Ringmasse an ihrer Theilungsstelle ein granulirtes Knöpfchen. Alle Schwanzhaare bieten diesen Zusammenhang mit Nerven.«

Während nun durch diese Arbeiten die Ohrmuschel, die Schnauze, der Fledermansflügel und der Schwanz mit schwelkörperlosen Tasthaaren ausgestattet worden waren, suchte ARNSTEIN¹⁾ durch Untersuchung verschiedener Hautstellen ein und desselben Thieres (Maus) sich über Nervenvertheilung und Endigung klar zu werden und gelangte dabei zu folgenden Resultaten:

Jeder Haarbalg der Rückenhaut ist mit Nerven versorgt, die unter den Talgdrüsen in ihm verschwinden. Zu den Schwanzhaaren treten je zwei Stämmchen, die entweder gesondert entspringen, oder aus einem Strang, in welchem letzterem Falle sich dann das gemeinsame Stämmchen in zwei Zweige theilt, die gesondert von verschiedenen Seiten an den Haarbalg treten. In der Höhe der Einmündung der Talgdrüsen sieht man die Nerven halbe Cirkeltouren beschreiben; gewöhnlich schneiden sie aber an der verengten Partie der Haartasehe scharf ab, verlieren ihre Myelinscheide und sind nicht weiter zu verfolgen. Auch am Mäuseohr wird jedes Haar von Nerven versorgt und zwar im Gegensatze zu SCHÖBL nicht von einem, sondern immer von mehreren Stämmchen. Von einem Nervenring und Nervenknäuel findet sich keine Spur. Am Halse des Haarbalges schneiden die Fasern plötzlich scharf ab. Mit stärkerer Vergrößerung bemerkt man jedoch an der durchsichtigen Membran eine feine Strichelung, die am freien Rande beginnt und bis an den Hals der Haartasehe zu verfolgen ist. Diese Striche laufen ohne Anastomosen stets parallel. Sie sind die aus der marklos ge-

¹⁾ Die Nerven der behaarten Haut. K. Akad. d. Wissensch. Bd. LXXIV. Abth. III. Octoberheft 1876.

wordenen Faser hervorgegangenen Achsencylinder, die an dieser Stelle sich vielfach theilend den Haarbalg durchsetzen und in senkrechtem parallelen Verlauf gegen die Glashaut ausstrahlen. Diese an der Glashaut frei endigenden Nervenfasern deutet ARNSTEIN als spezifische Tastnerven, ein weiteres intraepitheliales Nervennetz, das er zwischen den Zellen der äusseren Wurzelscheide und zwischen den Talgdrüsenzellen nachgewiesen haben will, bringt er mit den Netzen des Rete Malpighi unter einen Gesichtspunkt und fasst es als das Gemeingefühl vermittelnd auf.

Auch für den Fledermausflügel wird der SCHÖBL-JOBERT'sche Nervenring geläugnet, nur eine oder die andere Faser beschreibe am Hals der Haartasche Spiraltouren.

Neben den eben angeführten neuen Details wird von ARNSTEIN also der von SCHÖBL, BOLL, BEIL und JOBERT behauptete Nervenring bestritten. Die Angaben dieses letzteren Forschers, in welchen derselbe einmal einen anneau fibreux, das andere Mal einen anneau dermique beschreibt, bedürfen bei der Unklarheit dieser Bezeichnungen wohl ebenfalls einer genaueren Controle. Es ist ferner auch in der Untersuchung ARNSTEIN's in sofern eine Lücke, als mehrere behaarte Hautregionen nicht weiter beachtet wurden. So z. B. die Cilien der Augenlider, die Vibrissen der Nase und die Haare der Schnauze, von welchen letzteren der Autor allerdings gleich eingangs eine besondere Abhandlung in Aussicht stellt. Doch betrachtet Verfasser, auf die angeführten Resultate gestützt, alle Haare des Thierkörpers als Tastorgane und hält sie für physiologisch gleichwerthig mit Tastkörperchen und Tastkolben, so dass sich diese Gebilde gegenseitig vertreten könnten.

Aus all diesen Arbeiten geht ferner hervor, dass sich die Verfasser derselben (SCHÖBL, JOBERT) durch Untersuchungen an vorwiegend nächtlichen Thieren (Ratte, Maus, Fledermaus, Igel) an den Gedanken gewöhnten, dass gerade bei diesen Thieren die betreffenden Regionen den Sitz eines besonders ausgebildeten Gefühls darstellten, dessen andere vielleicht weniger sich zu erfreuen hätten.

Ich suchte deshalb einige von den Hausthieren noch ins Bereich dieser Untersuchung zu ziehen und zugleich auch den Nachweis einer Innervation der Körperstellen zu führen, die bisher als vernachlässigt zu betrachten waren. Eine Prüfung der sich als widersprechend angeführten Thatsachen ergab sich dann dabei von selbst.

Die Schwierigkeiten, die Haarbalginnervation bei einem und

demselben Thiere zu durchmustern, entspringen mancherlei Gründen, so theils der Dicke der Haut, die eine Darstellung von Flächenpräparaten sehr erschwert, dann dem dichten Haarwuchs und den eng gelagerten mehr oder minder entwickelten Talgdrüsen, Verhältnisse, welche eine gleichmässige Durchtränkung mit der Goldlösung sehr erschweren, hauptsächlich aber dem bei fast allen Thieren im Schleimnetz und selbst auch in der Cutis vorhandenen Pigmentreichthum. Albinotische Thiere würden sich demnach am besten zur Untersuchung eignen. Bei der Menge des nothwendigen Materials und der je nach der Thierart sehr grossen Seltenheit solcher Individuen aber ist deren Beschaffung nicht unter allen Verhältnissen möglich. So ergibt sich die Nothwendigkeit einer Combination der bei verschiedenen Thieren gewonnenen Resultate.

Zur Untersuchung der gewöhnlichen schwellkörperlosen Haarbälge wählte ich eine Stelle, deren besonderes Tastvermögen bisher noch nicht prononcirt worden war, nämlich die Haut an Vorder- und Hinterfuss der Ratte über den Pfoten, die mit dichten feinen Wollhären reichlich besetzt ist. Fertigt man nach Vergoldung feine Schnitte an, so überzeugt man sich leicht, dass sie einen ziemlichen aus dünnen markhaltigen Stämmchen bestehenden Nervenreichthum besitzt und leicht gelingt es, bald da bald dort Stämmchen von 3—6 Fasern den Haarbälgen zustreben und sich unter den Talgdrüsen in sie einsenken zu sehen. An dieser Stelle findet sich im Balge eine das Haar umfassende ringförmige Einschnürung, über und unter welcher die äussere Wurzelscheide sich dann wieder etwas verdickt. Die Glashaut überzieht diese Einschnürung in Form eines offenen Trichters mit nach aufwärts gerichteter Spitze. Diese Verhältnisse kann man leicht an parallel zur Haarachse geführten Schnitten studiren. An Flächenpräparaten durch diese Stelle sieht man nun das herantretende Stämmchen sich in der äusseren Balglage in die einzelnen Fasern zertheilen, die im Balge verlaufend 1—4 kreisförmige Touren um das Haar beschreiben. Sie sind noch deutlich markhaltig, verdicken sich hie und da, um wieder abzuschwellen und laufen schliesslich in äusserst feine Fäden, die nackten Achseneylinder, aus, deren weiterer Verlauf unklar bleibt. Mehr nach einwärts und von diesen Spiral- oder Cirkelfasern umkreist, findet sich dann an Flächen-schnitten in der Peripherie der äusseren Wurzelscheide, dicht an der Glashautcontour anlagernd, ein Kreis schwarzer in wechselnder Anzahl vorhandener Punkte, deren Werth durch parallel der Haarachse geführte Schnitte sofort deutlich wird. Dort ergibt sich nämlich,

dass diese Punkte, deren ich oft bis 40 zählen konnte, die Querschnitte paralleler Fasern sind, die, der Glashaut dicht anliegend, die Peripherie der äusseren Wurzelscheide in der genannten Einschnürung umgeben. Ein anderer Theil der zutretenden Fasern betheilt sich nämlich nicht an der Bildung von Cirkeltouren, sondern biegt, an der Glashaut angekommen, nach aufwärts und verläuft eine kurze Strecke, mehr oder weniger geschlängelt, noch markhaltig nach aufwärts und löst sich, an der Einschnürungsstelle angekommen, mit plötzlichem Verluste seines Markes in einzelne feine schwarze Faden auf, die nackten Achseneylinder, die gerade und parallel verlaufend eben so lang sind, als der Glashauttrichter. Bei ihrem Verlaufe nach oben verdicken sie sich meist ein wenig und schneiden in der Höhe des peripheren Endes des Glashauttrichters ziemlich in gleicher Höhe scharf ab. Auf diese Weise entsteht ein Mantel paralleler lanzettförmig verdickter Terminalfasern um das Haar. Diese Anordnung findet sich an allen Haaren der genannten Hautstelle und wenn man sie nicht auf jedem Präparate an allen zu Gesicht bekommt, so liegt der Grund darin, dass nicht leicht alle Haare an derselben Stelle durch den Schnitt zu treffen sind und oft die Goldwirkung nicht überall die gleiche ist. Fast immer findet man aber da oder dort noch Stücke des nervösen Terminalapparates, wenn er durch die Talgdrüsen nicht gänzlich verdeckt ist.

Auch die Haarbälge des Mäuseschwanzes sind, wie die früheren Autoren angaben, sämmtlich innervirt. Leider hatte ich kein albinotisches Thier zur Verfügung und so störten die anwesenden Pigmentmassen etwas den klaren Einblick. Doch konnte ich die JOBERT-ARNSTEIN'schen Angaben im Ganzen bestätigen. Auch dort stimmt die Anordnung des nervösen Terminalapparates mit der oben gegebenen Schilderung, nur JOBERT's anneau dermique blieb mir unklar. Auch ARNSTEIN scheint ihn nicht gesehen zu haben, da er dessen keinerlei Erwähnung thut. Dagegen sieht man auch hier einzelne ringförmig verlaufende Fasern den Haarbalg umkreisen.

Einen weit grösseren Reichthum an Nerven zeigt die Haut des Ohrs (Ratte, Maus). Während ich hier hinsichtlich des gröbereren Nervenverlaufs ARNSTEIN's Angaben nur bestätigen kann, befinde ich mich hinsichtlich des Terminalapparates mit ihm in Widerspruch. An jedem Härehen des Mausohrs existirt nämlich ein Nervenring. Die Stämmchen treten meist von zwei Seiten, theils auch mit einzelnen Fasern über die Talgdrüsen von oben herab-

ziehend markhaltig zum Haarbalg. Unter den Talgdrüsen nun zeigt sich ausser der beschriebenen Anordnung des nervösen Endapparates eine bedeutendere Entwicklung der circulären Terminalfasern hinsichtlich ihrer Zahl. Dieselben liegen ausserhalb des geraden Terminalfasermantels und umkreisen ihn wie die Reife eines Fasses, dessen Dauben, als ein aus ca. 6 und mehr blassen feinen Fasern bestehender Ring. Dass ARNSTEIN diesen Nervenring nicht zu Gesicht bekam, kann ich mir nur aus der Art seiner Präparate erklären. Er arbeitet nämlich meist an Flächenpräparaten und an ihnen kann man in der That den Ring leicht übersehen: ich sehe ihn übrigens auch aufs deutlichste an solchen. Zu bemerken ist noch, dass die geraden Terminalfasern, entsprechend der stets im Verhältniss zur Grösse des Haares stehenden Wurzelscheideneinschnürung, kürzer sind als an den bisher abgehandelten Haaren. Hinsichtlich der übrigen Verhältnisse verweise ich auf ARNSTEIN's naturgetreue Abbildung und Beschreibung.

Als äusserst nervenreich erwies sich, wie zu erwarten, auch die mit feinen Borsten bestandene Auskleidung der Nasenlöcher (Pferd). Aus einem weitmaschigen aus gröberen Stämmchen bestehenden Plexus nimmt ein zweiter zarterer mehr superficiell gelegener seinen Ursprung, dessen Ausläufer der Hautoberfläche und den Bälgen der Vibrissen zustreben. Die Haarbalgeinschnürung unter den Talgdrüsen ist hier an den grösseren Haaren stark markirt, und leicht gelingt es den nervösen Terminalapparat an dieser Stelle mit all seinen einzelnen Abschnitten, den blassen Nervenring mit eingeschlossen, nachzuweisen. Ich habe mich hier an mehreren gelungenen Schnitten, an denen ich von den Maschen des superficiellen Plexus Stämmchen zu mehreren Haaren ausstrahlen sah, aufs deutlichste überzeugen können, dass jeder Haarbalg von Nerven versorgt wird.

Geradezu erstaunlich wird aber die Entwicklung des die Cilien der Augenlider (Pferd) versorgenden Nervengeflechtes. Die Stelle unter den Talgdrüsen erleidet an dieser Stelle eine Modification in ihrer Anordnung. In der Nähe der Talgdrüsen angekommen, schwillt nämlich die äussere Wurzelscheide etwas an, schmürt sich etwas ein und verjüngt sich kegelförmig nach der Peripherie zu. Die Einschnürung wird also an ihrem peripheren Ende nicht durch eine zweite Anschwellung begrenzt. Hinsichtlich der Glashautstructur verweise ich auf ihre detaillirte Beschreibung bei den Spürhaaren. Diese Stelle ist nun das rendez-vous von verschiedenen starken markhaltigen Nervenstämmchen, die theils von der Gegend über den Talgdrüsen

herabkommend, theils unter ihnen zum Haarbalg tretend sich zu einem reichen Flechtwerk zarter aber noch markhaltiger Fasern auflösen. Dies geschieht in folgender Weise. Ein Theil der Fasern umkreist markhaltig in circulären lockeren Touren in der äusseren Balglage gelegen das Haar. Ich habe deren bis 20 gezählt. Ausser diesem markhaltigen Faserring finden sich dann auch noch, namentlich mehr gegen die Peripherie hin, die blassen circulär verlaufenden Fasern, meist in grosser Anzahl den geraden Terminalfasermantel umspinnend. Ein anderer Theil wird zur Bildung des geraden Terminalfasermantels verwendet. Sie treten entweder in lockeren parallel der Haarachse gestellten Schlingen oder in einem mehr quer verlaufenden geschlängelten Flechtwerk an die Glashaut heran und lassen dann die aus ihnen hervorgegangenen sehr langen geraden Terminalfasern, deren ich ca. 14—25 auf einer Seite an Tangential-schnitten zählen konnte, in den Glashauttrichter ausstrahlen. Zugleich stehen diese geraden Terminalfasern nicht mehr völlig parallel der Haarachse, sondern convergiren entsprechend der Glashauttrichterform etwas gegen die Peripherie. Sie sind auch in der Mitte ihres Verlaufes etwas convex gegen das Haar zu eingebuchtet. Diese Haare lassen sich zur Untersuchung insofern sehr empfehlen, als dieselben weniger dicht stehen als an anderen Körperstellen, ein Umstand, der den Ueberblick und eine gleichmässige Durchtränkung mit Reagentien wesentlich erleichtert. Bei der starken Entwicklung der Nerven lassen sich auch die feineren Details viel leichter studiren als an den delicatesen Präparaten des Mäuseohrs etc. Aehnliche Annehmlichkeiten bietet auch die behaarte Schnauze. Die Haut der Schnauze nimmt hinsichtlich ihres Nervenreichthums gewiss die erste Stelle unter den einzelnen Regionen der behaarten Haut des thierischen Körpers ein. Die Ausstrahlungen des kleinen Gänsefussgeflechtes an der Oberlippe und des ram. mentalis der Unterlippe streben theils als gröbere Bündel zu den Bälgen der schwellkörperhaltigen Haare, theils bilden sie einen weiteren feineren Plexus, aus welchem Stämmchen theils gegen die Hautoberfläche, theils gegen die schwellkörperlosen Haarbälge hin verlaufen. Ein grosser Theil derselben setzt sich ferner mit der dort befindlichen sehr complicirten Muskulatur in Verbindung und kann diese Stelle zum Studium der Endigung motorischer Nerven, namentlich bei der Ratte sehr empfohlen werden.

Zunächst sei SCHÖBL'S Angabe (Igelschnauze) insofern bestätigt, als sich an dieser Stelle (Hund, Katze, Rind, Pferd, Ratte, Schwein) in der That eine grosse Reihe von Uebergangsformen von den klein-

sten schwellkörperlosen Haarbälgen bis zu den grossen blutsinushaltigen nachweisen lässt, die alle einzelnen Theile des Balges von dem bekannten Bau gewöhnlicher Haare bis zu dem complicirten der im 2. Abschnitt geschilderten Spürhaare sich allmählig entwickeln lässt. Diese Entwicklungsreihe gilt auch für die Grösse der Haare selbst. Stets fand ich jedoch das Auftreten des Schwellkörpers ohne jede vermittelnde Uebergangsform. Es hatten kleine Haare schon einen ausgebildeten Schwellkörper, während von relativ grösseren keine Spuren derselben zu sehen waren. Ich bemerke gleich, dass keine Irrung durch Haarwechslerscheinungen möglich waren. Entsprechend diesen Verhältnissen wechselt die Einschnürungsstelle des Balges auch hier wieder unter der Einmündungsstelle der Talgdrüsen gelegen in ihrer Grösse, doch findet sich hier an ihrem peripheren Ende wieder eine kleine Verdickung, die, wie wir sahen, nur den Cilien fehlte.

Die Stämmchen treten meist von mehreren Seiten zu den Haarbälgen, theils unter den Talgdrüsen, theils zwischen denselben von oben her der Einschnürungsstelle zustrebend. Die weitere Vertheilung der markhaltigen Fasern geschieht nun ähnlich wie bei den Cilien, entweder durch Bildung von parallel zur Haarachse gestellten mehr oder weniger geschlängelten Schlingen mit unterer Convexität, aus deren rückläufigem plötzlich marklos gewordenen Schenkel die geraden Terminalfasern hervorgehen (Hund, Ratte, Katze). Oder die markhaltigen circulär verlaufenden Fasern biegen plötzlich nach aufwärts um, verlieren die Markscheide und theilen sich in die geraden Achseneylinder, während ein anderer Theil zur Bildung des an dieser Hautstelle höchst entwickelten circulären Faserrings verwendet wird.

Hervorzuheben ist ferner, dass die markhaltigen Fasern während ihres Verlaufs im Balge keineswegs überall gleiche Dicke haben, sondern plötzlich sich auf äusserst feine Fädchen verdünnend (Hund) dann wieder auf kurze Strecken knötchenartig anschwellen, um sich dann wieder zu verdünnen und dann meist aus einer knospentartig angeschwollenen oder plötzlich sich zuspitzenden Stelle die geraden oder circulären blassen Terminalfasern hervorgehen zu lassen.

Ich führe diese plötzlichen Verdünnungen auf Unterbrechungen der Markscheiden zurück; die Faser besteht an dieser Stelle allein aus dem Achseneylinder. Hinsichtlich der Zahl der geraden Terminalfasern. deren Länge stets von der Länge des Glashauttrichters

abhängig ist, ist zu bemerken, dass ich an Tangentialschnitten auf einer Hälfte des Haarbalges je nach der Grösse des Haares ca. 16—25 und mehr zählen konnte, die doppelte Anzahl würde also annähernd ihrer wirklichen Menge nahekommen.

Den blassen Terminalfaserring fand ich ebenfalls im Verhältniss zur Grösse des Haares aus je 10—30 Fasern sich zusammensetzend, deren Zahl sich am besten, wenn auch natürlich nur annäherungsweise aus den als schwarze Punkte nach auswärts von den geraden Fasern gelegenen Querschnitten sich berechnen lässt. Auch an der Schmauze erhält jeder Haarbalg seine eigene Innervation, wie man sich auf günstigen Schnitten überzeugen kann. An Stellen, wo dieser Nachweis nicht geführt werden kann, gelten die schon oben bei der Ratte angeführten Gründe für das scheinbare Fehlen der Nerven.

Aus alledem geht hervor, dass sowohl die markhaltigen Fasern, als auch die blassen geraden und circulären Terminalfasern constant an jedem Haare des Thierkörpers vorhanden in ihrer Zahl im geraden Verhältniss zur Grössenentwicklung der Haare stehen. Die Anordnung der markhaltigen Fasern ist weniger typisch an allen Haaren vorhanden.

Eine Controle dieser Befunde mit Osmiumsäure lässt die ganze Anordnung der markhaltigen Fasern, wie sie für die betreffenden Regionen beschrieben wurde, wiedererkennen. Der Glashauttrichter zeigt deutlich eine feine Längsstreifung, die sich mitunter als feine parallele Fältchen erkennen lässt, je nach der Schnittführung findet man aber auch an dieser Stelle quer verlaufende glänzende Fältchen, in die hinein ich an einem Präparate deutlich eine markhaltige Faser treten sehe, sie wird jedoch bald blass und entzieht sich jeder weiteren Beobachtung. Die meisten markhaltigen schneiden jedoch am centralen Rande des Glashauttrichters angekommen plötzlich scharf ab, ohne dass man eine Spur von geraden oder circulären Terminalfasern nachzuweisen im Stande wäre, die theils in den Längsfalten, theils in den Querfältchen der Glashaut verlaufen müssten. Diese Bilder bringen auch, wie mir scheint, einiges Licht in JOBERT's amean fibreux und dermique. Denn in der That wird durch diese Anordnung der Glashaut und die dicht daran verlaufenden Nerven eine Art glänzender faseriger Querstreifung hervorgebracht, zwischen der man zahlreiche helle glänzende, ovale Kerne eingebettet sieht. Alles zusammen erinnert an das bei der Wurzelscheidenanschwellung der schwellkörperhaltigen Bälge zu beschreibende Aussehen in hohem

Grade. Ich gestehe offen, dass die Osmiumsäurebehandlung nicht ausreicht, in dem Gewirr von Nerven, der Strichelung der Glashaut und den hellen Kernen zurechtzufinden. Doch glaube ich, dass diese kernartigen Gebilde, die oft einen zarten mattgrauen Inhalt bergen, und die von JOBERT an der Durchtrittsstelle des Nerven erwähnten *noyaux renflés* ein und dasselbe sind. Doch konnte nie zweifellos ein Zusammenhang dieser Kerne mit der Nervenfaser constatirt werden. Dann und wann mag JOBERT auch eine der erwähnten Anschwellungen einer markhaltigen Faser für deren Ende genommen haben. Eine Endigung der Nerven oder ihren weiteren Verlauf mit dieser Methode nachzuweisen, gelang mir nicht.

An Goldpräparaten ist die Sache viel übersichtlicher; aus dem blässröthlichen oder weissen glasig gequollenen Gewebe, an dem fast alle Details verwischt sind, treten jedesmal nur die Nerven haarscharf hervor, und ich muss demnach die Terminalfäden als nackte Aehsencylinder auffassen, wie es auch ARNSTEIN thut, welche von Osmium nicht gefärbt werden.

Gegen den Einwand, dass diese Terminalfasern — gerade wie circuläre — allenfalls Goldniederschläge in den Glashautfältchen sein könnten, mache ich nur geltend, dass man stets ihren Zusammenhang mit markhaltigen Nervenfasern nachzuweisen im Stande ist, und dass ferner derartige Niederschläge doch kaum mit solch typischer Präcision nicht nur an Haaren ein und derselben Region bei einem Thiere, sondern bei allen Haaren aller von mir untersuchten Thiere wiederkehren können.

Es ergeben sich aus diesen Befunden folgende Schlussätze:

1) Alle schwelkörperlosen Haarbälge der untersuchten Thiere besitzen einen nervösen Terminalapparat, der bei allen Haaren an derselben Stelle und nach dem gleichen Princip angeordnet ist, und nur hinsichtlich seiner Grössenentwicklung und der Zahl der ihn constituirenden Fasern je nach der Grösse des Haares schwankt.

Derselbe setzt sich zusammen

a) aus einem Abschnitt markhaltiger Fasern, der entweder aus längsverlaufenden Schlingen oder Cirkeltouren um den Balg — dicht an der Glashaut gelegen — oder aus einer Combination beider besteht. Und

b) aus den marklosen Ausläufern beider, die als nackte Achseneylinder

α) den in Glashautlängsfalten gelegenen geraden Terminalfasermantel bilden, der aus parallelen, lanzettförmig sich verbreiternden nackten Achseneylindern besteht, deren Länge abhängig ist von der Länge des Glashauttrichters, an dessen peripherem Ende sie alle in so ziemlich einem Niveau enden. Ferner aus

β) einem Ring circulärer nackter Achseneylinder, die den Mantel der geraden Terminalfasern umspinnend nach aussen von ihnen in den Querfältchen der Glashaut liegen und deren Ende nicht zweifellos zu ermitteln war.

2) Die Papille ist nervenlos, hat nur die Bedeutung eines Keimlagers und die in oder an ihr gesehenen Nerven sind durch Täuschung in sie verlegt worden.

Es ist leicht zu unterscheiden, in wie weit diese Sätze, zu denen ich an den Haarbälgen der Schnauze ohne ARNSTEIN'S oder JOBERT'S Arbeit zu kennen gekommen war, die Angaben beider Autoren bestätigen, ergänzen oder widerlegen. Den von ARNSTEIN¹⁾ zwischen den Zellen der äusseren Wurzelscheide und den Talgdrüsen gesehenen intraepithelialen Plexus bekam ich nie zu Gesicht. Wohl sah ich hier und da zwischen den Drüsen oder ihren Läppchen eine oder die andere blasse oder markhaltige Faser verlaufen, hielt mich aber nie berechtigt, von einem eigenen Plexus zu sprechen, umsoweniger, als die markhaltigen stets zum Terminalapparat hinliefen, die marklosen aber nie auch nur die Spur netzförmiger Anordnung zeigten.

Schwieriger ist es, die gewonnenen Resultate mit den Angaben der übrigen Autoren zu vergleichen. SCHÖBL'S Abbildung des Nervenrings entspricht den natürlichen Verhältnissen nie, er hat vielleicht ebenfalls JOBERT'S *noyau fibreux* oder *dermique* gesehen. Die Beschreibung des französischen Forschers scheint allerdings mitunter zu passen, doch glaube ich kaum, dass er die Dinge so wie ich gesehen haben kann. Er hätte diese merkwürdigen Verhältnisse gewiss genauer abgebildet, als es in Fig. 91 u. 92 seiner ersten ei-

¹⁾ a. a. O. p. 14.

tirten Arbeit geschehen ist¹⁾. BEIL's Angaben sind Stückwerk. Dagegen freue ich mich hier betonen zu können, dass, wie ich aus einer freundlichen Privatmittheilung ersehe, Dr. ERNST FISCHER zu denselben Resultaten wie ich gelangte, ohne sie jedoch in der Literatur erscheinen zu lassen.

Eine weitere Frage wäre nun aber die: Hat man in den geraden Terminalfasern — hinsichtlich der circulären habe ich schon erwähnt, dass mein ganzes Wissen vor derhand nur ein Vermuthen ist — wirklich die Endigung vor sich?

Ich lasse diese Frage vor der Hand unbeantwortet, um nach Beschreibung der Innervation schwelkörperhaltiger Haarbülge, die an diesen letzteren gewonnenen Resultate vergleichend mit den bereits vorliegenden zusammenzuhalten.

II. Die Innervation der schwelkörperhaltigen Haarbülge.

Die Standorte dieser eigenthümlichen schon vielfach durchforschten Fühlapparate sind bereits im ersten Theile erörtert worden. Doch muss ich, ehe ich mich zu den Nerven selbst wende, die Haarhüllen selbst einer kurzen vergleichend anatomischen Betrachtung unterziehen.

Denn einerseits unterliegen sie, wenn auch im Ganzen nach gleichem Princip angeordnet, doch bei den verschiedenen Thieren manchen Schwankungen, andererseits ist die ganze Anordnung der Nerven von ihrem Baue abhängig und ihre bald da bald dort gesuchten Enden sowie ein klares Verständniss des ganzen kleinen Fühlapparates fordern eine solche Orientirung. Ferner ist gerade der bluthaltige Schwelkörper als der charakteristische Unterschied, der sie den gewöhnlichen Haaren entgegensetzt, eingehender zu besprechen. Da hinsichtlich der allgemeinen anatomisch-histologischen Verhältnisse schon frühere Autoren ziemlich übereinstimmende Schilderungen entworfen haben, kann ich mich möglichst kurz fassen.

¹⁾ Eine mir erst während des Druckes zugängliche Abhandlung JOBERT's: Des poils considérés comme agents tactiles chez l'homme. Gazette médicale de Paris. Séance du 23. Janvier 1875 pag. 74 weist auch an den Cilien und den Haaren der Ober- und Unterlippe des Menschen die von ihm anderweitig geschilderte Nervenordnung nach. Auch hier sollen sie mit Knöpfchen enden. Eine Untersuchung der Vibrissen und der Haare des äusseren Gehörgangs dagegen war resultatlos.

Schneidet man in ein Stück einer frischen mit Spürhaaren bestandenen Hautstelle parallel der Haarachse ein, so stösst man auf ein ameiseneiförmiges Gebilde, in welchem das Haar steckt. Dasselbe zeigt derbe oft sogar knorpelartige Consistenz, besitzt ein weissliches oder an einigen Stellen von durchscheinendem Blute bläulich gefärbtes Aussehen und lässt sich nur schwer aus der Umgebung ablösen. Es unterliegt je nach Alter, Race und Art des Thieres manchen Grössenschwankungen. Stets steht es jedoch bei einem und demselben Thiere in seiner Grössenentwicklung zur Länge des Haares in geradem Verhältniss, es sei denn, dass es ein gerade neugebildetes und noch nicht ganz entwickeltes Haar berge. Es ist dies der Haarbalg, der sich in relativ grösster Entwicklung beim Hunde, der Katze und den Nagern vorfindet, während er bei den Wiederkäuern und Einhufern im Verhältniss zur Grösse des Thieres ziemlich klein bleibt. Dieser Balg durchsetzt aber nicht nur die Cutis in ihrer ganzen Dicke, sondern ragt auch oft bis tief ins Unterhautzellgewebe und die dort befindliche Muskulatur (z. B. Lippen) herein. Man kann häufig schon makroskopisch wahrnehmen, dass sich dieselbe mit ihm in Verbindung setzt und dem Auslösen einen gewissen Widerstand leistet.

Angefertigte Längsschnitte lehren, dass sich der Balg entsprechend der makroskopischen Betrachtung durch eine ovale scharf contourirte Linie gegen das umliegende Gewebe absetzt. Diese Contour geht gegen das periphere Ende zu in den Hals der Haartasche über und bekömmt dadurch in ihrer Totalität, da das Verhältniss ihres Querdurchmessers zum Längsdurchmesser bei den einzelnen Thieren wechselt, die Form einer mehr oder minder ausgebauchten Flasche, deren Hals auch dem Halse der Haartasche entspricht. Die Auffassung der mächtig entwickelten Hüllen der Spürhaare erleichtert sich wesentlich durch eine Parallele mit dem Bau der Hüllen eines gewöhnlichen Haares. Zwischen der äusseren Balglage (Längsfaserschicht) und der inneren (Querfaserschicht) eines solchen findet sich bekanntlich ein dichtes und sehr entwickeltes Capillarnetz. Man nimmt nun allgemein (DIETL, GURLT, SCHÖBL) an, dass diesem Capillarnetze der bei den Spürhaaren so sehr entwickelte zwischen die beiden Balglagen eingeschobene Blutsinus entspreche. Beide Balglagen sind also durch diesen von einander getrennt. Dieser Sinus reicht von der Papille bis zum Halse der Haartasche unter die Talgdrüsenregion. Am Halse der Haartasche verdickt sich die äussere Balglage zu einer mächtigen circulären Faserschicht, in wel-

cher die mehr oder minder entwickelten Talgdrüsen eingebettet liegen, die meist rosettenförmig um die Haarachse angeordnet sind. Ihre Beschreibung kommt hier nicht weiter in Betracht. Wie setzen sich nun äussere und innere Balglage in Zusammenhang? Dies geschieht einmal am centralen Pol des Balges. Dort geht von der äusseren Lage nach einwärts ein Stiel als Papillenhals zur Papille. Von ihm ab schlägt sich aber noch eine weitere Gewebspartie als scheidenartiger Ueberzug zuerst über das Keimlager des Haares hinüber und überzieht nun bis zu ihrer Confluenz mit der gleich zu erwähnenden vom oberen Abschnitt kommenden Partie den unteren Theil der Haarwurzel. Diese zweite Partie besteht aus mehr oder weniger stark entwickelten unter der Talgdrüsenregion und der circulären Faserlage von der äusseren Balglamelle sich zum Haare herüberschlagenden Fasermassen. Sie bilden zuerst das Dach der Blutsinus, auf welchem die Talgdrüsen ruhen, confluiren dann zu einer Art trichterförmigen Ueberzug und vereinigen sich beiläufig am unteren Ende des oberen Drittheils der Wurzel mit der von unten kommenden Partie. Ich nannte diesen Ueberzug trichterförmig, da die Faserzüge an ihrem oberen Ende mächtiger entwickelt sind, als an ihrer unteren Vereinigungsstelle. Ein senkrechter parallel der Haarachse durch diesen mit seiner Basis peripher mit seiner Spitze central gestellten, das Haar und die Wurzelscheiden und die Glashaut umfassenden Trichters wird also eine keilförmige Gestalt haben und nach dem oben Gesagten das obere Drittheil der ganzen Haarwurzel — soweit sie vom Blutsinus umspült wird — einnehmen. Diese Partie entspricht dem conischen Körper der Autoren. Ausserdem setzen sich aber die beiden Haarbälagen durch mehr oder minder zahlreiche Spannbalken, welche von der äusseren Lamelle zur inneren herziehend den Blutsinus durchsetzen, in Verbindung. Dieselben zeigen sich auf Querschnitten des Haares in radiärer auf Längsschnitten ebenfalls in strahliger Anordnung. Die innere Balglage ist von den Wurzelscheiden durch eine homogene Membran, die Glashaut des Balges getrennt. Unter ihr überziehen dann die äussere und innere Wurzelscheide, analog der Anordnung anderer Haare, als zwei in einander gesteckte Hohleylinder die Wurzel des sowohl hinsichtlich seiner Länge als seines Dickendurchmessers mächtig entwickelten Haares, welches die Papille krönt. Während nun noch ein sehr entwickeltes System von Blutgefässen und grosse Nervenstränge mit diesen Gebilden sich in Verbindung setzen, tritt zur äusseren Fläche der äusseren Balglage ein ziemlich complicirter Apparat will-

kürlicher Muskeln. Vom centralen Pole senkt sich ferner ein Haarbalgstengel zwischen die Muskulatur zu den Zügen des Unterhaut- oder intermuskulären Bindegewebes herein und tritt mit ihnen in Verbindung.

Die Abweichungen nun, welche sich von der oben entworfenen Skizze finden sind folgende:

An den Spannbalken, welche im oberen Abschnitt des Blutsinus von der äusseren Balglamelle zur inneren herüberziehen, können sich Verdickungen zeigen, die entweder an einzelnen Trabekeln in der Nähe ihrer Vereinigung mit dem conischen Körper aufsitzen oder dadurch zu Stande kommen, dass mehrere Balken in eine solche Verdickung zusammen hereintreten. Die ersteren Verhältnisse finden sich bei Pferd und Wiederkäuern, die letzteren beim Schwein, wo diese Verdickung am unteren Theile des conischen Körpers sich vorfindend die Peripherie der inneren Balglage nahezu zur Hälfte umgreift. Bei anderen Thieren wieder, z. B. Fleischfressern und Nagern, wird eine derartige Verdickung in noch viel ausgeprägterem Grade durch eine Anschwellung der inneren Balglage im Bereich des conischen Körpers zu Stande gebracht. Dieselbe steht dann meist mit ihrer vom Blutsinus umspülten Fläche nicht mehr durch Trabekeln mit der äusseren Balglamelle in Verbindung, sondern ist hier glatt oder durch längs- oder querverlaufende seichtere oder tiefere Furchen etwas gewulstet. Die Anheftungsstelle an der inneren Balglamelle bietet ebenfalls mancherlei Verschiedenheiten dar, indem sie entweder eine breite Gewebsbrücke oder ein schlankeres Faserbündel darstellt, das die wulstförmige Verdickung entweder am oberen Ende, oder in ihrer ganzen Ausdehnung oder nur in der Mitte mit der inneren Lamelle in Verbindung setzt. Hinsichtlich der Grössenentwicklung und räumlichen Ausdehnungsverhältnisse lässt sich angeben, dass der genannte Wulst, DIETL's schildförmiger Körper, die Haarhüllen zu circa $\frac{3}{4}$ — $\frac{2}{3}$ umfasst, einen wechselnd grossen Theil des conischen Körpers mit seiner Insertionsstelle einnimmt, und selbst bei den verschiedenen Thieren, die ihn überhaupt besitzen (Raubthiere, Nager, Insectivoren) einen wechselnd grossen Theil des oberen Blutsinusabschnittes ausfüllt. Dieser obere Theil des Blutsinus nun wird aber von der geringeren oder stärkeren Entwicklung dieses Wulstes in doppelter Weise wesentlich beeinflusst. Je mehr der letztere nämlich entwickelt, um so mehr findet sich dieser obere Theil ausgebuchtet. Ferner habe ich schon erwähnt, dass bei manchen Arten das Balkenwerk im Verhältniss zum Selbständigwerden dieses Wulstes reducirt erscheint, oder ganz fehlt. Die obere Abtheilung des

Blutsinus wird daher auf Längsschnitten sofort durch ihren Balkenmangel und den in ihr aufgehängten Wulst auffallen müssen. Da nun dieser obere balkenlose Blutraum den Wulst und die innere Lamelle ringförmig umspült, wurde er mit Recht von den Autoren Ringsinus, der Wulst als Ringwulst bezeichnet. Während also bei den Thieren ohne Ringwulst der ganze Blutsinus von Trabekeln durchzogen erscheint (Pferd, Rind, Schwein), zerfällt er bei den Thieren, die einen Ringwulst besitzen (Fleischfresser, Nager, Insectivoren), in einen oberen Abschnitt, den Ringsinus und einen unteren von Gewebsbalken in dichter oder weniger dichter Anordnung durchzogenen, den cavernösen oder spongiösen Körper. Bei den Thieren ohne Ringsinus ist natürlich der ganze Blutraum als spongiöser Körper zu betrachten, der sich nebenbei bemerkt, durch seine wegen der geringen Anzahl der vorhandenen Spannbalken grossen Maschen auszeichnet, während er bei den übrigen Thieren sehr engmaschig, oft geradezu schwammig porös wird.

Hinsichtlich des histologischen Baues all dieser Gebilde glaube ich mich kurz fassen zu dürfen.

Das Haar selbst weicht nur durch seine Grössenverhältnisse. namentlich einen bedeutenden Dickendurchmesser, der ihm eine gewisse Sprödigkeit verleiht, von dem Schema des Baues der übrigen Haare ab. Während es bei den Einhufern und Wiederkäuern meist gerade ist, ist es bei den Fleischfressern, Nagern schwach nach vorn gekrümmt. Seine Farbe wechselt. Es sei im Vorbeigehen erwähnt, dass man häufig, namentlich zur Zeit des Haarwechsels 2 Haare in einem Balge findet und zwar von ziemlich gleicher Dicke und Länge. Das eine pigmentreichere jüngere sitzt dann auf der Papille, das andere blässere als sogenanntes »Beet- oder Schalthaar« mit zerfaserten Wurzelkolben in den Zellen der äusseren Wurzelscheide, welche hier etwas aufgetrieben erscheint. Ich erwähne diese Thatsache, weil sie zeigt, wie lange ein von der Papille abgelöstes und als Schalthaar noch vegetirendes Haar noch neben dem neugebildeten existiren kann — nämlich bis zu dessen vollständiger Entwicklung, also eine beträchtliche Zeit.

Die Papille ist in ihrer Form vom Alter des Haares abhängig. Verhältnisse, auf die hier weiter einzugehen nicht der Platz ist. Doch sei erwähnt, dass sie bei den Raubthieren und Nagern oft eine ganz enorme Länge besitzt. Nach oben in eine feine Spitze ausgezogen, sah ich sie bei Katze und Hund bis an den Hals der Haartasche

hinaufreichen. Frühere Autoren ¹⁾ haben für den Hund angegeben, dass sie bis über das Niveau der Haut heraufrage und beim Abschneiden des Haares einen Tropfen Blut aus ihren verletzten Gefässen austreten lasse. Ich konnte das ebenso wenig wie BENDZ ²⁾ bestätigen. Doch sah ich an mit Reagentien behandelten Haaren manchmal Blutfarbstoff im Haar Marke, der wohl durch Capillarität in ihm aufgestiegen war. Bei Wiederkäuer und Pferd konnte ich nie eine solche enorme Grössenentwicklung wahrnehmen, hier stellt sie einen rundlichen höchstens nach oben etwas ausgezogenen Knopf dar. Es sei noch auf den wechselnden Pigmentreichthum hingewiesen, der je nach dem Alter des Haares, je jünger dasselbe um so entwickelter, nicht nur das Keimlager, sondern auch die Papille durchsetzt, ja sogar oft streckenweit in den Haarbalgstengel herabsteigen kann.

Hinsichtlich der histologischen Structur besitzt der von der äusseren Balglage abgehende Stiel denselben Bau wie diese, zeigt am Papillenhalse vorwiegend circulär verlaufende Fasern und geht in der eigentlichen Haarzwiebel in saftiges blasses aus vielfach gekreuzten Fasern mit eingelagerten Bindegewebskörperchen und Sternzellen bestehendes Bindegewebe über. Ein reiches Capillarnetz durchsetzt mehr oder weniger geschlängelt die ganze Papille.

Die Cuticula des Haares und der inneren Wurzelscheide verhalten sich wie bei den anderen Haaren, eingelagerte Pigmentkörnchen trüben hie und da das sonst namentlich bei Osmiumbehandlung sehr klare Bild.

Die innere Wurzelscheide wurde bisher an den Spürhaaren als ein aus 2 höchstens 3 Lagen bestehender Zellenmantel beschrieben ³⁾. Ich konnte mich jedoch an mehreren Präparaten von der Katze und vom Hunde überzeugen, dass während die äussere HENLE'sche Lage stets einfach blieb, die innere HUXLEY'sche wenigstens in der Mitte der Haarwurzel auf eine Stärke von 4—6 Zellenlagen anwachsen konnte. Eine Controle dieser an Längsschnitten gemachten Beobachtung durch Querschnitte ergab dasselbe Resultat. Die HUXLEY'sche Schicht kann also entgegen der bisherigen Beschreibung auch aus mehr als 2 Zellenlagen bestehen.

¹⁾ HEUSINGER, Syst. d. Histol. 1. Th. Eisenach 1822.

²⁾ Handboog der Almindelige Anat. Kjöbenh. 1876.

³⁾ Cfr. DIETL Bd. I, Taf. I, Fig. 3. Kaninchenspürhaar und ODENIUS a. O. p. 436.

Die äussere Wurzelscheide beginnt auf Sagittalschnitten als schmaler, an Osmiumpräparaten dunkelgefärbter Saum, an der grössten Convexität des Keimlagers und ihre zellige Zusammensetzung wird erst in der Einbuchtung über dem Haarknopf deutlich. Wie bekannt sind ihre zelligen Elemente zweierlei Natur. Nämlich ein peripherer einschichtiger Zellenmantel, der als Einstülpung der einschichtigen tiefsten Lage des MALPIGHI'schen Schleimnetzes beschrieben wird, und den ich vor der Hand aus denselben cylindrischen, kernhaltigen Zellen, welche durch einseitige Verzahnung in die Glas-haut des Balges eingefügt erscheinen, bestehen lasse, dann aber noch aus den übrigen, die äussere Wurzelscheide bildenden Zellen, den allseitig verzahnten, kernhaltigen, membranlosen Stachelzellen, analog den Stachelzellen des Schleimnetzes. Sie sind entweder rundlich, oval oder polygonal und werden gegen die innere Wurzelscheide zu etwas schmaler, ein Umstand, der wohl in den an dieser Stelle erhöhten Druckverhältnissen seinen Grund haben mag. Die äussere Wurzelscheide bietet je nach der Thierart ein etwas wechselndes Aussehen. sowohl hinsichtlich ihres zelligen Baues als auch ihrer Form. Bei Hund, Katze und Ratte fällt sie im Vergleich zu den anderen Thieren durch ein streifig filzartiges Aussehen auf, wodurch oft die Zellgrenzen völlig verwischt erscheinen. Ich lasse es dahin gestellt, ob man es bei diesen Thieren mit einer bedeutenderen Entwicklung der Stachelfortsätze zu thun hat, oder ob es vielleicht Altersveränderungen sind, die diese Verhältnisse bedingen. Hinsichtlich der Form findet sich bei allen Thieren gemeinsam eine im conischen Körper beginnende, nach aufwärts zunehmende Anschwellung, die dann beiläufig in der Basis des conischen Körpers durch eine circular verlaufende ringförmige Einbuchtung eingeschnürt erscheint. Ueber dieser die »Wurzelscheidenanschwellung« nach oben begrenzenden Bucht verbreitert sich die Wurzelscheide wieder, kleidet den Hals der Haartasche aus und geht ins MALPIGHI'sche Schleimnetz über. Diese Anschwellung ist bei den verschiedenen Thieren sehr verschieden entwickelt, bei Pferd und Wiederkäuer sanft sich verbreiternd, wird sie deutlicher bei Hund und Katze, zeigt die durch Einschnürung entstandene Bucht am deutlichsten beim Schweine und sitzt bei der Ratte völlig kugelig ausgebaucht wie der Knauf auf einer Säule, dem unteren Theile der Wurzelscheide auf. Ueber der Bucht wird die äussere Wurzelscheide von den Ausführungsgängen der Talgdrüsen durchbohrt. Beim Schweine geschieht dies gerade in der Einschnürung selbst. Am oberen Ende der Wurzelscheidenan-

schwellung, also mit Ausnahme der Ratte, wo sie kugelig ist, an der Stelle ihrer grössten Dicke, habe ich oft bis 20 Zellenlagen, an ihrem unteren, an der Haarzwiebel, oft nur 2—3 gezählt. Im Uebrigen findet sich beim Pferde auch in der Mitte der Haarwurzel schon eine sanfte Anschwellung an ihr. Häufig findet man körniges Pigment meist um den Kern herum in die Zellen eingestreut. Dies ist namentlich der Fall am Halse und in der Peripherie, ein dem MALPIGH'schen Schleimnetz analoges Verhältniss, wo ja ebenfalls die tiefsten Schichten die pigmentreichsten sind. Am Halse, wo die Zellen kleiner und rundlicher werden, findet man auch sehr häufig verästelte Pigmentkörperchen, oder sich in Osmiumsäure dunkel färbende, unregelmässig sternförmige Körper mit langen Ausläufern zwischen den Zellen.

Nach aussen wird die äussere Wurzelscheide durch die sich als glänzender Saum von wechselnder Breite präsentirende Glashaut begrenzt. Sie beginnt ungefähr in der grössten Convexität der Papillenwölbung als feine glasige Linie deutlich zu werden, überzieht dann den Hals der Papille, die untere Portion des Keimlagers und die beiden Wurzelscheiden und strebt dann dem Halse der Haartasche zu. Ob sie die Papille auch an ihrer Spitze überzieht lasse ich dahingestellt. Während ihres Verlaufes nach aufwärts verdickt sie sich allmählig, erreicht am unteren Ende der Wurzelscheidenanschwellung ihre grösste Dicke, verjüngt sich dann ziemlich rasch und überzieht die Anschwellung selbst als glänzender, scharfcontourirter, aber zarter Saum. Am Halse der Haartasche, d. h. in der Bucht über der Wurzelscheidenanschwellung, wird sie quergefaltet; ob sie hier in die Propria der Talgdrüsen übergeht, wie ODENIUS¹⁾ behauptet, um sich dann in den peripheren Grenzsaum des Papillarkörpers der Cutis fortzusetzen, muss ich unentschieden lassen. An Carmin- und Hämatoxylinpräparaten hebt sie sich gegen die innere Haarbalglamelle mit einer äusserst scharfen, wellig gebogenen Contour ab. Der Umstand, dass ich diese Contour theils glatt, theils wellig gebogen zu Gesicht bekam und letzteres namentlich dann, wenn das Haar sich schon im vorgeschrittenen Ausfallsstadium befand oder ein neugebildetes erst im Durchbruch begriffen war, rechtfertigt den Schluss auf ihre Mitleidenschaft bei diesen Processen, wo sie bald völlig geglättet, bald durch Contraction gerunzelt wird. Genauere Betrachtung lehrt ferner, dass sie aus zwei wesentlich verschiedenen Abtheilungen besteht, welche sich auch gegen Tinctionsmittel verschieden verhalten, nämlich einem

¹⁾ a. a. O.

peripheren sich stets stärker tingirenden und einem blässeren gegen die äussere Wurzelscheide zu gelegenen. Ausserdem erscheint die periphere Grenzcontour, wenn der Schnitt nicht ganz parallel zur Haarachse geführt war, von einzelnen feinen schief verlaufenden Riffen von wechselnder Länge unterbrochen. Während nun frühere Autoren auf der homogenen Membran theils scharfe Linien, welche von feinen elastischen Fasern herrühren sollten, in theils längs theils querverlaufender Anordnung beschrieben (GEGENBAUR für Schwein und Rind, LEYDIG), liess SCHÖBL sie in Längsbänder zerfallen, welche auf ihrer inneren Seite zwischen die äusserste Lage der Wurzelscheidenzellen einspringen und seinem irrthümlich als nervösen Endapparat angenommenen Wurzelzellkörper aufliegen sollten. ODENIUS sah namentlich bei der Ratte eine am Halse der Haartasche deutliche Faltung¹⁾ und beschreibt im Gegensatz zu GEGENBAUR und LEYDIG, welche auf ihrer Innenfläche weder Linien noch Ringfasern erwähnen, nach Maceration sichtbar werdende quer- und längsangeordnete in ziemlich gleichen Abständen verlaufende Striche, wodurch sie wie aus Zellen zusammengesetzt aussah. Er hält sie für den Abdruck der äussersten Zellenlage der Wurzelscheide. In der That zeigt die Glashaut einen complicirteren Bau, als bisher angenommen worden zu sein scheint und die Bilder, die je nach der Schnittführung sehr mannigfaltig sind, bieten der Orientirung manche Schwierigkeit. Bei schwacher Vergrösserung zeigt nämlich die innere blasse ungefärbte Schicht im Gegensatz zur völlig glatten und homogenen äusseren ein fein granulirtes Aussehen. Ihre Begrenzungslinie gegen die Wurzelscheide zu ist gezackt und zwar in doppelter Weise. Einmal springen nämlich grössere Fortsätze in ziemlich regelmässigen Abständen zwischen die periphere Zellenlage derselben herein, und dann findet sich zwischen diesen wieder eine feinere secundäre Zähnelung, die in die Verzahnung des peripheren Zellenmantels eingreift. Die letztere Zähnelung ist namentlich deutlich in den tiefer gelegenen Partien. Die Granulirung sah schon DIETL²⁾: er reducirte sie aber auf ganz bestimmte Stellen, nämlich die grösseren Zahnfortsätze. Diese Granulirung lässt sich mit starken und stärksten Vergrösserungen am besten an Osmiumpräparaten ganz

¹⁾ Ich habe solche parallele längsverlaufende Falten sehr deutlich unter den Talgdrüsen an den gewöhnlichen Haaren aller von mir untersuchten Thiere gesehen, nie aber an den Spürhaaren.

²⁾ a. a. O. Bd. II, p. 6.

deutlich in eine Summe feiner Spalten und Lücken auflösen, welche ich nicht nur an allen schwellkörperhaltigen Bälgen — am schönsten beim Hunde — sondern auch den schwellkörperlosen Bälgen grösserer Haare, z. B. der Cilien, nachweisen konnte. Diese Poren geben dieser Partie der Glashaut ein siebartig durchlöcheretes poröses Aussehen und ich möchte für sie den Namen »poröse Lage der Glashaut« vorschlagen. Die Spältchen sind theils rundlich, theils schlitzförmig und erleichtern wohl die bei jedem Haarwechsel durch Faltung und wieder Ausdehnung bewirkten Formveränderungen der Glashaut wesentlich. Diese poröse Beschaffenheit verliert sich aber nach aufwärts an der Stelle, wo die Wurzelscheidenanschwellung beginnt, ebenso die feinere Zähnelung. Dort finden sich nämlich die unilateral verzahnten Cylinderzellen nur noch in vereinzelt Exemplaren, statt ihrer treten dagegen helle, blasige, glänzende, etwas grössere zellige Gebilde auf, welche nun in einer einschichtigen Lage die Wurzelscheidenanschwellung umsäumen. Auch diese Verhältnisse waren schon DIETL¹⁾ aufgefallen. Er betont nämlich, dass sich am oberen Dritttheil der äusseren Wurzelscheide eine besondere Regelmässigkeit in der Anordnung des peripheren Zellenmantels geltend mache, dessen Zellen sich dort durch ihre Grösse und ihre stärkere Lichtbrechung von den weiter nach abwärts gelegenen unterscheiden. DIETL hielt sie gleichwerthig mit den einseitig verzahnten Cylinderzellen und bildet sie auch so ab. Wechselnde Einstellung lehrt, dass die Glashaut Fortsätze zwischen sie hereinschickt, welche diese Zellen, wie ich sie einstweilen bezeichnen will, von einander trennen und in wechselnder Tiefe sich zwischen ihnen hinziehen. Die DIETL'schen Bilder (Fig. 7 u. 8, Bd. II) geben Andeutungen an diese Verhältnisse. Fragen wir uns nun nach dem Inhalt der Zellen, so finden wir an Osmiumpräparaten einen entweder ovalen oder rundlichen äusserst blassen zarten grossen Kern, der sich in Carmin und Hämatoxylin färbt und oft etwas wie einen abgerissenen Fortsatz erkennen lässt, von einem hellen Hofe umgeben in ihnen liegen, das Ganze umgrenzt dann eine scharfe Contour, der Querschnitt einer deutlichen Membran. Diese Zellen, die demnach den äussersten Zellenmantel der äusseren Wurzelscheide an dieser Stelle bildend, der Glashaut dicht anliegend durch Substanzbrücken der letzteren, die sich zwischen sie einsenken,

¹⁾ a. a. O. Bd. II, p. 6.

geschieden sind, finden sich bei allen von mir untersuchten Thieren vor, und zwar am schönsten beim Schwein.

Hervorzuheben ist ferner, dass dieselben gewöhnlich etwas oval und mit ihrem Längsdurchmesser etwas von der Glashaut ab und gegen die Haarachse nach abwärts geneigt erscheinen (s. Fig. 14 u. 15). Erst am Halse über der Einschnürung der Wurzelscheide finden sich wieder die gewöhnlichen peripheren Cylinderzellen.

Dieser Befund wird durch Querschnitte bestätigt, welche in tieferen Abschnitten einen Cylinderzellenmantel, im Bereich der Wurzelscheidenanschwellung die hellen Blasen von der Glashaut umsäumt zeigen. Sie zeigen ferner, dass auch in der Längsrichtung Vorsprünge gegen die Wurzelscheide von der Glashautinnenfläche her einspringen. Dieselbe wird also an ihrer Innenfläche in einzelne Abtheilungen durch quer- und längsverlaufende Leisten getheilt. Auch die äussere Begrenzung ist nicht völlig glatt, sondern ebenfalls gezähnt. Es ist diese Zähnelung der optische Ausdruck von den auf ihrer Aussenfläche verlaufenden quergeschnittenen Längsfasern. Besser ausgedrückt: ihre Aussenfläche ist längsgerieft.

Betrachtet man die Glashaut auf Tangentialschnitten, so sieht man in der That feine, sanft wellig gebogene, parallele erhabene Fasern an ihrer Oberfläche dichtgedrängt hinziehen. Führt man den Schnitt tiefer, so zeigen sich die Spalten und Löchlein der porösen Lage als feines Siebwerk, durch welches man hie und da unregelmässig gestaltete, dunkler gefärbte glasige Stellen, quer und längsverlaufend, durchscheinend wahrnehmen kann. Man kann sie oft am Rande des Schnittes mit der Glashaut zusammenhängen sehen und findet durch diesen Umstand den Schlüssel zu ihrem Verständniss. Es sind nämlich die von ihrer Basis her gesehenen gegen die Wurzelscheide vorspringenden, etagenartigen Hervorragungen. Hat der Schnitt auch sie abgetragen, so erhält man die Querschnitte der Cylinderzellen im unteren und der hellen Rundzellen im oberen Abschnitt der Wurzelscheide, durch schmale Substanzbrücken von einander getrennt. Da man bei wechselnder Einstellung immer einen Theil der Wandung sich in die Tiefe fortsetzen sieht, scheinen sie meist an einer Seite schärfer contourirt.

Ich sah mich genöthigt den Bau der Glashaut hier detaillirt zu beschreiben, weil es mir einerseits noch nicht mit wünschenswerther Sicherheit eruirte erschien, andererseits weil ihre Beschaffenheit in directester Beziehung zu den Nervenenden steht.

Die Glashaut trägt demnach auf ihrer äusseren Fläche ein System feiner paralleler Längsrippen, ist mehr oder weniger im Ganzen, immer am Halse quergefaltet und besteht aus der homogenen äusseren und porösen inneren Lage. Die Poren werden im Bereich der Wurzelscheidenanschwellung durch blasige Gebilde verdrängt, die der Innenfläche der Glashaut dicht anliegen. Die Glashaut nimmt zugleich an Dicke ab. Ihre Innenfläche ist theils durch grössere, circular verlaufende wallartige Vorsprünge und kleinere, der Länge nach gegen die Wurzelscheide einspringende Hervorragungen in Abtheilungen von wechselnder Grösse gebracht und trägt ausserdem die Abdrücke der peripheren Cylinderzellenlage der äusseren Wurzelscheide.

Die äussere Balglage besteht aus längs und schief verlaufenden Bindegewebsfasern, ist als Einstülpung des Coriums zu betrachten und wurde hinsichtlich ihrer Faseranordnung mit Recht dem scleralen Gewebe verglichen. Hinsichtlich der inneren Lage möchte ich nur darauf hinweisen, dass sie in ihrem unteren Abschnitt zuerst noch ziemlich einerlei Bau mit der äusseren Lage hat: compacte Lage LEYDIG'S. Nach aufwärts wird ihr Bindegewebe saftiger und zellreicher, und birgt im Gegensatz zur inneren Haarbalglage gewöhnlicher Haare keine contractilen Faserzellen. Die circular Faserschicht erscheint vielmehr nur auf den Hals und die Talgdrüsenregion reducirt. Ich halte es von Wichtigkeit diese von dem Bau der Haare ohne Schwellkörper abweichenden Verhältnisse zu prononciren. Ueber die feineren histologischen Details und den Bau des Ringwulstes verweise ich, um Wiederholungen zu vermeiden, auf DIETL'S Abhandlung¹⁾. Ihm gebührt unstreitig das Verdienst, durch eingehende vergleichend anatomische und histologische Untersuchungen, diese Verhältnisse bei einer grösseren Reihe von Thieren zuerst genau erörtert zu haben, und ich freue mich nach sorgfältiger Controle mit ihm völlig übereinstimmen zu können.

Auch mir fiel die interessante Thatsache auf, dass das Vorhandensein oder Fehlen eines Ringwulstes, seine Form, die Art seiner Befestigung an der inneren Balglage und sein histologischer Bau als diagnostisches Moment für die Thierspecies oder Classe benutzt werden kann, wie DIETL zuerst angab, und ich hebe dies um so mehr

¹⁾ DIETL, Untersuchungen über die Tasthaare. S. Tabelle.

hervor, als spätere Untersuchungen diese Verhältnisse gänzlich übergegangen hatten. Kurz sei nur noch erwähnt, dass sich der Ringwulst aus Bindegewebe, Stern- oder Rundzellen und Kernen aufbaut, ein Bau, der mit der inneren Balglage mehr oder weniger conform berechtigt, ihn als eine partielle Verdickung derselben aufzufassen, wie dies eingangs geschah.

Die äussere Balglage erreicht meist ihre grösste Dicke an der Stelle, wo der Ringsinus an den spongiösen Körper grenzt, und verjüngt sich nach abwärts, so dass sie am centralen Pole nur $\frac{1}{3}$ dieser Mächtigkeit besitzt. An dieser Stelle hat LEYDIG¹⁾ beim Seehunde starke Sehnen beschrieben, die mit dem Follikel in Verbindung treten sollen. Ich hatte keine Gelegenheit die enorm entwickelten Spürhaarbälge dieses Thiers zu untersuchen, möchte aber diese »Sehnen«, nach dem was ich bei den Hausthieren sah, mit den zuerst von WERTHEIM²⁾ für die Haarbälge des Menschen beschriebenen Haarbalgstengeln identificiren, welche aus einer äusseren Längs- und inneren Querfaserlage bestehend, den Grund des Balges erst kelchartig umfassen, um sich dann in die Bindegewebsstränge der Cutis oder des Unterhaut-Zellgewebes als verjüngter Strang mit geradem oder winklig geknickten Verlauf zu verlieren.

Die Muskulatur der Spürhaarbälge ist eine sehr bedeutende. Sie besteht aus quergestreiften Muskelbündeln, die sich auf folgende Weise mit den Bälgen in Verbindung setzen: Sie kommen als flache, die ganze Länge des Haarbalgs umfassende Bänder von je zwei einander entgegengesetzten Seiten her, beugen sich nach aufwärts und umhüllen die Aussenfläche des Balges. Sie können also die Follikel um ihre Längsachse drehen und nach der der Kreuzungsstelle entgegengesetzten Seite erheben. Oder sie setzen die Follikel dadurch miteinander in Verbindung, dass sie von dem centralen Pol des einen zum peripheren des nächsten verlaufen. Heben bei ihrer Contraction sämmtliche Follikel. Ferner findet man auch horizontal die Follikel umspinnende Muskelzüge. Es ist schwer sich in diesem an besten an vergoldeten Schnitten hervortretenden Muskelfilz zu orientiren, der bei Ratte, Schaf, Katze und Hund sehr mächtig entwickelt ist, während das Schwein nur spärliche Muskeln besitzt, ebenso das Pferd: bei letzterem, dem Rinde und dem Schweine

¹⁾ Studien über die äussere Bedeckung der Säugethiere.

²⁾ WERTHEIM über den Bau des Haarbalgs beim Menschen. Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wissensch. Bd. 50. I. 1865.

— wenigstens an der Rüsselscheibe — fehlt das Vermögen, die Haare wie die Fleischfresser und Nager willkürlich aufrichten und wieder glatt nach rückwärts anlegen zu können. Dafür compensirt aber die beweglichere Lippe des Pferdes und Rindes, und die ebenfalls bewegliche Rüsselscheibe des Schweines dieses Unvermögen in vielleicht überwiegendem Grade.

Die Blutversorgung des kleinen Fühlapparates untersuchte ich an Injectionspräparaten von der Katze und dem Hunde. Die Schwierigkeiten, welche eine Injection, und nur eine solche kann natürlich Licht in diese Frage bringen, bei Pferd, Wiederkäuern und Schwein unmöglich machen, verstehen sich bei der Grösse der Thiere und ihrer Verwendung wohl von selbst.

Man betrachtet die Gefässanordnung passend in gesonderten Abschnitten, welche sich als arterielle Bahnen und ihre Capillarverzweigung, die grossen venösen Räume und ihre Abzugsanäle von selbst ergeben.

Die arteriellen Bahnen zerfallen:

- a) in das Gefässnetz der äusseren Balglage,
- b) das Gefässnetz der inneren Balglage,
- c) die Papillargefässe und
- d) das Gefässnetz des Haartaschenhalses und der Talgdrüsen.

ad a) Die Arterien der Cutis bilden auf der äusseren Fläche des Balges ziemlich grobe Capillarnetze, die theils die dort gelegene Muskulatur versorgen, theils dem Balge selbst aufliegen.

Von diesem ausgehend durchbohren spärliche feine, gestreckt verlaufende Aestchen, rami perforantes, die äussere Balglage selbst und ergiessen sich theils in den cavernösen Körper oder wo ein Ringsinus vorhanden ist, auch in diesen. Theils aber bedienen sie sich der Balken im cavernösen Körper, um auf ihnen zur inneren Balglage herüber zu laufen. Eine Verästelung im Gewebe der äusseren Balglage selbst kommt nicht vor, sie wird nur durchbohrt.

ad b) Die perforirende Follikelarterie, arteria follicularis perforans, so nenne ich das arterielle Hauptgefäss, durchbricht nach Abgabe einiger Aeste zum oben beschriebenen Netze den Haarbalg in der Nähe des centralen Poles und verläuft meist mit dem dort eintretenden Nervenstamm gepaart. Nach ihrem Eintritte theilt sie sich und verläuft ebenfalls auf den Trabekeln zur inneren Balglage herüber, um dann mit noch deutlich arteriellen Aesten, wie Osmiumsäurepräparate von Pferd, Rind, Schaf, Hund und Schwein lehren, den Arterien der compacten Lage gegen den conischen Körper in

die Höhe zu ziehen. Auf diesem Verlaufe tragen jedoch dieselben schon zur Bildung zweier Capillarnetze der inneren Balglage bei.

Diese sind ein superficielles vom unteren Ende der Haarwurzel bis zum conischen Körper emporreichendes, das auch die rami perforantes in sich aufnimmt und weite unregelmässige, vielfach geschlängelte Capillarmaschen bildet, und ein tiefliegendes. Letzteres liegt der Glashaut dicht an, ist namentlich am Grunde der compacten Lage sehr entwickelt und setzt sich aus ziemlich regelmässigen quergestreckten engen polygonalen Maschen zusammen. Beide Netze anastomosiren vielfach mit einander.

ad c) Die Papille erhält ihr Blut von einer hie und da im Haarbalgstengel verlaufenden kleinen Arterie, der *arteria papillaris*, die ebenfalls erst Reiserchen zum äusseren Balgnetze schiebt. Ihr Capillarnetz bildet ein äusserst zierliches dichtes mit vielfachen Schlingen und Schlängelungen nach oben in eine feine Spitze ausgezogenes Gefässconvolut; die Spitze reicht bis in die Höhe des Haartaschenhalses hinauf. Mit diesem Papillarnetze sah ich hie und da stärkere Aestchen der grossen Balgarterie auf einem Balken nach abwärts ziehend in Verbindung treten, die Papille kann also ihr Blut von zwei verschiedenen Gefässbahnen erhalten. Die abführende Vene constituirt sich aus dem Capillarnetz und hat mit der Arterie meist gleichen Verlauf.

ad d) Die Gefässe des Haartaschenbalses und der Talgdrüsen umgeben, von Hautarterien stammend, mit engen Maschen den Eingang der Haartasche und bilden weiter nach abwärts ein aus spärlichen sehr feinen Capillaren bestehendes Netz für die Talgdrüsen. Von diesem letzteren laufen dann mehrere ziemlich gerade Canäle oft der Quere nach anastomosirend und zugleich die transversale Balglage versorgend zur Kuppe des Ringsinus, während andere mit den Capillaren der inneren Balglage anastomosiren. Ich habe diese Aestchen auf vielen Schuitten sehr schön und prall bei arterieller Injection gefüllt gesehen, ohne dass viel Injectionsmasse in den Ringsinus hinausgedrungen wäre, während zugleich andere mit Blutkörperchen erfüllt dazwischen lagen. Ich hebe dies deshalb hervor, weil DIETL¹⁾ an dieser Stelle nur venöse Abzugscanäle beschreibt. Neben ihnen existiren also noch Speisungsäste für den Ringsinus.

Fragen wir uns nun nach den Einmündungsstellen dieser Bah-

¹⁾ a. a. O. Bd. I, pag. 8.

nen in den cavernösen Körper oder Ringsinus, so geben uns bei mässigem Injectionsdruck auftretende kleine wolkige Extravasate zwischen der Blutkörperchenfüllung der cavernösen Räume einen Fingerzeig. Dieselben finden sich einmal an dem Dach des Ringsinus, an der Mündung der eben beschriebenen Aestchen, dann aber auch meist an der Begrenzungslinie der inneren Balglage und da und dort auch an Gewebsbalken. Diese ganze Anordnung des Ringsinus und cavernöse Körper tragen nach LEYDIG¹⁾ einen Endothelbelag (Rind, Pferd), der dem Hunde fehlt.

Ehe man nun die venösen Abzugscanäle zu beschreiben im Stande ist, wäre die Frage nach einer eventuellen Communication zwischen Ringsinus und cavernösem Körper zu erledigen. Nur ODENIUS und DIETL haben diese Frage näher zu untersuchen für nöthig erachtet, indem ersterer annahm, dass beide durch eine unter dem Ringwulst durchlöcherete Querscheidewand getrennt sein sollten. Würde nun diese durch den bei Action der Haarbalgmuskeln herabgedrückten Ringwulst wie durch ein Sperrventil geschlossen, so trete im Ringsinus eine prallere Füllung ein, die er für feinere Perception der Nervenenden von äusseren Reizen als nothwendig erachtete.

Diese Hypothese griff DIETL²⁾ mit stichhaltigen Gründen an, behauptete aber auf die in Längsschnitten häufig auftretenden zusammenhängenden Coagula beider Bluträume gestützt, ihre Communication. Diese Frage lässt sich sehr einfach lösen. Präparirt man einen Follikel sauber aus seiner Umgebung und schneidet am centralen Ende ein, so lässt sich durch sanftes Streichen ein Tröpfchen Blut entleeren und Ringsinus und cavernöser Körper sind völlig blutleer, communiciren also mit einander. Auch ohne Einschneiden gelingt es oft durch Streichen das Blut am peripheren Ende zu entleeren, ohne dass sonst irgendwo nur die geringste Menge austritt. Die venösen Abzugsbahnen, welche demnach aus den grossen Bluträumen in die Hautvenen gehen, sind also am Halse der Haartasche zu suchen, wo sie DIETL beschrieb und ich sie bestätigen konnte.

Hier müsste also ein Verschluss stattfinden, dessen Folge dann die prallere Füllung des Ringsinus und cavernösen Körpers wäre. Auch sah ich an vielen Osmiumpräparaten unter den Talgdrüsen ein blutkörperchenhaltiges grobmaschiges Netz in Hautvenen übergehen. Insofern aber finde ich mich in Opposition gegen DIETL als ich nie

¹⁾ a. a. O.

²⁾ S. a. a. O. Bd. 3, pag. 10.

eine mit der grossen Balgarterie gepaart verlaufenden Vene zu Gesicht bekam. Die venösen Abzugscanäle der äusseren Balgseite und der Papille gehen in die dort liegenden Hautvenen. Der Ringwulst, wo ein solcher vorhanden, ist stets gefässlos.

Die Innervation der Spürhaarbälge nahm von jeher das Interesse der Untersucher durch ihre mächtige Entwicklung in Anspruch. Doch trotz der zahlreichen Untersuchungen sind, wie sich zeigen wird, sogar noch hinsichtlich der gröberen Morphologie manche Widersprüche zu sichten, und Unklarheiten aufzuhellen. Die Spürhaarbälge werden an der Oberlippe innervirt von den sensiblen Ausstrahlungen des pes anserinus minor, an der Unterlippe vom ramus mentalis, die Augenborsten von n. infraorbitalis und ramus frontalis Nervi trigemini. Bei grösseren Thieren z. B. Pferd, Rind, Schaf, grösseren Hunden lassen sich die Nerven an der Schnauze bis an den Haarbalg mit dem Scalpell präpariren. Beim Schweine tritt einem derartigen Vorhaben die Festigkeit der Rüsselscheibe störend entgegen, an der Hinterlippe mag es allenfalls gehen. Durch einen ganz immensen Nervenreichthum namentlich gegen die Lippe hin, fällt die Schnauze der Ratte und des Schafes auf. Bei der Ratte konnte ich auf Querschnitten dieser zum Balg tretenden Nervenbündel — rami folliculares perforantes — bis circa 80 Primitivfibrillen zählen. Alle diese Fibrillen sind markhaltig und mit SCHWANN'scher Scheide versehen durch ein sehr entwickeltes Epineurium zu einem Bündel zusammengekittet.

Ich habe, wie dies auch Fig. 9 zeigt, auf vielen Schnitten mehrere Stämmchen von verschiedenen Seiten zur äusseren Balglage treten sehen, und bin geneigt, dies um so mehr als Regel anzunehmen, als auch bei den Haaren ohne Schwellkörper solche Verhältnisse stattfinden. Diese Stämmchen durchbohren dann in der Nähe des unteren Haarbalgpoles — nie rücken sie über das untere Drittheil hinauf oder bis zum centralen Pole selbst herunter — die äussere Lage, der stärkste Ast gewöhnlich mit der perforirenden Balgarterie gepaart. Bis zu dieser Stelle ist ihr Verlauf immer mehr oder weniger geschlängelt, namentlich bei den Wiederkäuern, wo die Primitivfasern überhaupt weniger zahlreich und minder dicht gelagert sind. An der Aussenfläche des Balges gelang es mir nie Nerven nachzuweisen. Dort verlaufende Stämmchen strebten entweder der Haut zu, oder sie endeten, wie Goldpräparate bewiesen, an der Balgmuskulatur, waren also motorischer Natur.

Die weitere Verästelung findet nun in der Weise statt, dass die

Hauptstämmchen gleich nach ihrem Eintritt sich in mehrere Zweige theilen, welche auf den Trabekeln des spongiösen Körpers verlaufend auf dem kürzesten Wege zur inneren Balglage herüberziehen, die sie nach kurzem circulären oder transversalem Verlaufe mit einem kelchförmigen Geflechte umgeben, dessen Bündel parallel der Haarachse gegen den conischen Körper hin verlaufen. Die Gesamtheit dieser Stämmchen, die aus je circa 3—20 Primitivröhren bestehen, tritt nun meist in der Mitte der inneren Balglage durch Anastomosen mit einander in Verbindung. Dieselben werden durch stärkere oder schwächere Aestchen oft auch nur durch einzelne Fibrillen, die vom Hauptstamm abgehen, gebildet. Sie sind entweder einseitige oder wechselseitige, entweder peripher oder central verlaufend, von kürzerer oder längerer Dauer und »man kann eine und dieselbe Faser oft lange Strecken weit verfolgen, und sie bald an dieses, bald an jenes Bündel sich anlegen sehen, um es nach verschieden langem Verlaufe wieder zu verlassen« (GEGENBAUR). Hierdurch kommt der beschriebene spitzmaschige kelchartige Plexus ohne eingestreute Ganglien zu Stande. Seine Maschen werden, da die Theilungen der Stämmchen proportional ihrem Verlaufe zunehmen, je näher dem conischen Körper um so zahlreicher und enger. Der conische Körper selbst, also vom Ringwulst an nach aufwärts, ist dann nur mehr von den Ausstrahlungen dieses Plexus, den nun nicht mehr anastomosirenden, markhaltigen ziemlich parallelen Primitivfibrillen umgeben, die schon ziemlich fein geworden sind und der Glashaut dicht aufliegen. Der Umstand, dass sie sich nicht mehr theilen, kennzeichnet sie als wirkliche Terminalfasern. Während die Hauptstämme bei Pferd, Schwein, Hund und Katze meist ziemlich gerade verlaufen, sind sie bei Rind und Schaf sehr locker und oft spiralig angeordnet. Durch spiralen Verlauf der Terminalfasern zeichnet sich namentlich der conische Körper der Ratte aus. An mit Goldchlorid behandelten Präparaten zeigen die Terminalfasern, die übrigens je nach der Thierart sehr in ihrer Dicke schwanken können, die oft beschriebenen varicösen Anschwellungen.

Dies ganze Geflecht bezeichne ich als die superficielle Lage des intrafolliculären Plexus.

Führt man nun die Schnitte durch die Achse des Haares in sagittaler Richtung, so fällt ein unter dem oberflächlichen liegender tiefer Plexus auf. Nicht alle von den Hauptbündeln des ersteren abtretenden Fasern betheiligen sich nämlich an der oberflächlichen Anastomosenbildung. Ein Theil derselben strebt vielmehr gleich nach

ihrer Abzweigung von den grösseren Stämmchen in circulärem oder schieferm Verlaufe gegen die Tiefe der inneren Lage und ihre untere Abtheilung zu. Diese Fasern sind ziemlich zahlreich und gehen in jeder Höhe der Haarwurzel bis zum unteren Ende des conischen Körpers hin ab. Auch sie gehen wenigstens bei Hund, Katze, Pferd, Ratte zahlreiche Anastomosen ein, doch ist für dieses Geflecht charakteristisch, dass sich seine Fasern nie zu Bündeln vereinigen. Diese tiefe Lage des intrafolliculären Geflechtes besteht vielmehr aus einem weitmaschigen nur von einzelnen markhaltigen Primitivfibrillen gebildeten vom Grunde des Haarsackes bis zum conischen Körper reichenden Netze. Diese Verhältnisse lassen sich am besten auf Serienquerschnitten durch das Haar controliren. Je weiter gegen die Eintrittsstelle der Follikelnerven zu desto weniger aber um so stärkere Stämmchen umgeben die innere Balglage, je weiter nach oben, desto weniger stark, aber um so zahlreicher werden ihre Querschnitte und die häufiger auftretenden Schiefschnitte einzelner Fasern deuten auf die nun öftere Bildung von Anastomosen hin. Wirklich circulären Verlauf konnte ich über dem conischen Körper nur bei der Ratte constatiren. Am conischen Körper selbst erhält man nur mehr die äusserst zahlreichen gürtelförmig dicht der Glashaut anliegenden Querschnitte der Terminalfäden. Unter diesen dem superficiellen Geflecht angehörenden Fasern sieht man dann das secundäre Geflecht aus schiefen und transversalen, oft die ganze Hälfte des Querschnitts umkreisenden Fibrillen des secundären Plexus ebenfalls der Glashaut zustreben. Er ist am stärksten entwickelt bei der Ratte, am schwächsten und fast nur aus longitudinal verlaufenden Fasern bestehend beim Schwein.

Von dem angegebenen Schema machen die Einhufer und Wiederkäuer eine Ausnahme. Bei diesen Thieren streben nämlich nicht alle aus der Theilung der eintretenden Nerven hervorgegangenen Stränge sofort der inneren Balglage zu, sondern ein Theil zieht an der inneren Fläche der äusseren Lamelle oder den mehr nach aufwärts verlaufenden Balken in die Höhe um entweder von allen Seiten her in jeder Höhe zur inneren Lamelle herüberzulaufen und mit den bereits in ihr hinziehenden Bündeln zu anastomosiren, oder einzelne Fasern benutzen einen oder den anderen der obersten zum conischen Körper ziehenden Balken, um auf ihm in schlingenförmig rückkläufiger Biegung der Wurzelscheidenanschwellung zuzustreben. Diese von DIETL¹

¹) a. a. O. Bd. II, p. 4.

zuerst für das Rind angegebenen Verhältnisse, konnte ich für die Wiederkäuer und das Schwein bestätigen. Bei letzterem und dem Pferde treten jedoch diese Fasern schon beiläufig in der Mitte der inneren Balglage zu den bereits dort befindlichen herüber. Bei diesen Thieren wirkte also das Fehlen oder die rudimentäre Ausbildung eines Ringwulstes und Ringsinus modificirend auf die Anordnung des intrafolliculären Plexus ein.

Während über die angegebenen Verhältnisse bei allen Autoren ziemliche Uebereinstimmung herrscht, traten bereits wegen der zuerst von GEGENBAUR¹⁾ beschriebenen Umbiegungsschlingen des oberflächlichen und tiefen Plexus Differenzen auf, indem sie ODENIUS²⁾ als Artefacte erklärte und nur hie und da transversalen Verlauf beobachtet haben will. JOBERT spricht von einem unter den Talgdrüsen befindlichen marklosen ringförmigen Nervengeflecht (Schwein, Maulwurf) das von einem zweiten von der Haut herkommenden Stämmchen gebildet werden sollte und selbst wieder einige Ausläufer gegen die Haut hin sende. DIETL³⁾ widerspricht ODENIUS, behauptet Umbiegungsschlingen und einen schon von LEYDIG für die Maus beschriebenen Nervenkranz im conischen Körper, den er jedoch im Gegensatz zu JOBERT aus den Terminalfasern des oberflächlichen Plexus des intrafolliculären Geflechtes hervorgehen lässt. Leider gibt er keine Abbildung und scheint sich über den »Nervenring« nicht ganz klar geworden zu sein. SERTOLI und BIZZOZERO läugnen etwas Derartiges für Pferd und Hund. SCHÖBL behauptet ihn, nachdem er ihn erst, wie bekannt, an nicht schwellkörperhaltigen Haarbälgen im Fledermausflügel, Fledermausohr, Igelohr nachgewiesen hatte, mit aller Energie für alle Haare der Igelschnauze und verlegt ihn unter die Talgdrüsen, er lässt ihn aus marklosen Fasern bestehend mit der Glashaut in Verbindung treten und Fasern zur Papille nach abwärts schicken. REDTEL schildert ebenfalls eine Art Nervenring bei der Fledermaus. MOISISOVICS, der ebenfalls wie JOBERT den Maulwurf und ausserdem die Maus untersuchte, erwähnt nichts Derartiges, bestätigt also durch sein Schweigen die Angaben LEYDIG's, JOBERT's und DIETL's nicht. Der neueste Untersucher, MERKEL, geht blos auf die Endigungen der Nerven ein ohne über ihren sonstigen Verlauf Angaben zu machen.

¹⁾ a. a. O.

²⁾ a. a. O.

³⁾ Hinsichtlich seiner und der folgenden Autoren siehe die Tabelle, wo die Werke aufgeführt sind.

Angesichts dieser Differenzen ergeben sich folgende Fragen zur Beantwortung:

1) Finden sich Umbiegungsschlingen und wo finden sie sich?

2) Existirt ein Nervenring in der Talgdrüsenregion und kommt er allen Thieren zu?

Nach meinen Untersuchungen gestaltet sich die Sache folgendermassen:

Osmiumpräparate zeigen, dass die Terminalfasern, wie erwähnt noch sämmtlich markhaltig, am conischen Körper in die Höhe ziehen. Während sie sich nun, der Glashaut dicht anliegend, theilweise in dieselbe einzusenken scheinen (schwache Vergrösserung), sieht man andere mehr oder weniger geschlängelt bis nahe an die Talgdrüsen emporziehen und sich dann in schlingenförmiger Umbiegung mit ihrem rückläufigen Schenkel der Bucht über der Anschwellung zuwenden und in die äussere Wurzelscheide verlieren. Diese Anordnung findet sich bei Pferd, Schaf und Rind, doch scheint die Ausbildung der Schlingen manchen individuellen Schwankungen zu unterliegen, da ich sie auf verschiedenen Präparaten in wechselnder Entwicklung vorfand. Beim Schweine, dessen Plexus sich durch sehr feine Fasern auszeichnet, ist der Verlauf ganz gestreckt, es finden sich kaum da und dort Andeutungen einer Schlinge. Bei den Thieren, welche einen Ringsinus besitzen, finden sich ebenfalls in der Höhe des conischen Körpers Umbiegungsschlingen.

Zu dieser einen Art gesellen sich dann noch die schlingenförmig oft sogar, wie SERTOLI fürs Pferd erwähnt und ich auch für die Ratte fand, in Achteertouren verlaufenden Nervenschlingen des intrafolliculären Plexus, sowohl im superficiellen als tiefliegenden Theile. Nur das Schwein zeichnet sich durch den Mangel dieser Schlingen aus.

Die Schlingen finden sich demnach bei den Hausthieren an den angeführten Orten und sind keineswegs Kunstproducte, da sie sich an Osmiumsäure- und Goldpräparaten stets in reicher Anzahl nachweisen lassen.

Hinsichtlich der Existenz eines Nervenringes und der Allgemeinheit seines Vorkommens ergab sich weiter:

Weder beim Pferd, Schaf, Rind noch Schwein konnte ich, abgesehen von den einzelnen transversalen Fasern im tiefliegenden Netz, in der Nähe des conischen Körpers einen längeren circulären Verlauf grösserer Fasermassen beobachten. Wohl sieht man auf einzelnen Präparaten in der Nähe der circulären Faserlage der äusseren Balglamelle hier und da einzelne markhaltige querverlaufende Fasern

von wechselnder Länge des Verlaufes: auch im conischen Körper kann man eine oder die andere transversal verlaufende Nervenfasern bemerken, aber von einem Nervenring zu reden, bietet sich keine Berechtigung. Ich stimme also mit SERTOLI und BIZZOZERO hinsichtlich des Pferdes überein und befinde mich für das Schwein in Widerspruch mit JOBERT. Ich habe letzteren im Verdacht, ein schwelkörperloses Haar beschrieben zu haben, da sich auf seiner Abbildung kein spongiöser Körper findet. — Auch bei den Fleischfressern findet sich kein Nervenring.

Allerdings fällt nun im conischen Körper, namentlich auf Tangentialschnitten, die Wurzelscheidenanschwellung (siehe Fig. 9) durch ein eigenthümlich hyalines, querstreifiges, korbartig geflochtenes Aussehen auf, das ich schon im ersten Theile zu erwähnen Gelegenheit hatte. Es wird aber hervorgerufen durch die Glashautvorsprünge und die dazwischen liegenden hellen blasigen Gebilde, die namentlich bei schwacher Vergrößerung und schlechter Osmiumsäurewirkung zu Täuschungen Veranlassung geben können, wie es vielleicht bei JOBERT der Fall war.

Bei der Ratte dagegen findet sich, wie LEYDIG und DIETL richtig angaben, ein ganz enorm entwickelter Nervenring unter den Talgdrüsen. LEYDIG spricht sich über die ihn constituirenden Fasern gar nicht aus, DIETL¹⁾ folgendermassen: »Bei anderen Thieren wiederum, vorzüglich bei der Gattung Mus, ist der conische Körper selbst sehr reich an Nerven; diese bilden hier, wie schon frühere Beobachter constatirten, einen Kranz um das Haar und zwar so, dass die Nervenfasern gerade nach aufwärts ziehen, dann in transversaler Richtung eine kleinere oder grössere Strecke verlaufen und schliesslich sich wieder abwärts wenden. In diesem Verlaufe anastomosiren sie vielfach zum Theil in regelmässigen Formen. An meridionalen Längsschnitten findet man daher im conischen Körper meist nur Querschnitte der die Wurzelscheide so unkreisenden Fasern, die an Osmiumsäurepräparaten sich durch ihre dunkle Färbung deutlich darstellen, an nicht gefärbten dagegen viel zur Helligkeit des conischen Körpers beitragen mögen.«

Dieser Schilderung kann ich nicht beipflichten, gelangte vielmehr zu folgenden Resultaten:

Meist sieht man bei der Ratte an günstigen Schnitten ausser den Follikelnerven noch ein oder mehrere Nervenbündel aus dem Haut-

¹⁾ a. a. O. Bd. II, p. 9.

geflecht stammend in horizontalem Verlauf von verschiedenen Seiten zum Halse der Haartasche über den Talgdrüsen herziehen. Bald theilen sie sich und während ein Theil gegen den trichterförmigen Eingang des Follikelhalses zuzieht, umgreift er denselben in circulären Touren. Die grössere Menge dagegen strebt der Talgdrüsenregion zu, bildet aber, auf diesem Wege sich vielfach theilend, den mit dem ebengenannten anastomosirenden, theils aus circulär, theils aus längsverlaufenden Fasern bestehenden weitmaschigen Plexus des Haartaschenhalses. An dieser Stelle wird die Untersuchung durch das häufige Vorhandensein von zahlreichen Pigmentmassen wesentlich erschwert. Dieselben liegen in unregelmässigen oder sternförmigen Massen dichtgedrängt unter der Epidermis des Follikelhalses im Schleimnetz. Aus dem erwähnten Geflechte treten dann meist noch einige stärkere Aeste unter die Talgdrüsenregion herein und bilden dann hier dicht über der Bucht der Wurzelscheidenanschwellung ein dichtes kranzartiges Flechtwerk concentrischer und übereinanderliegender Fasern, deren ich an manchen Präparaten 30—50 gezählt habe. Da sie an Osmiumsäurepräparaten tintenschwarz erscheinen, sind sie markhaltig, zugleich schliesst diese Controle eine Verwechslung mit anderen allenfalls durch Goldchlorid sich färbenden Elementen völlig aus.

Da ihre Anzahl an Osmiumpräparaten stets geringer erschien als an Goldpräparaten, rechtfertigt sich der Schluss auf ein Vorhandensein markloser Fasern neben den markhaltigen. Der bei den Mäusen vorhandene Ring constituirt sich also aus markhaltigen und blassen Fasern, welche als Ausläufer von Hautästen mit dem intrafolliculären Plexus völlig verschiedenen Ursprung haben.

SCHÖBL scheint beim Igel Aehnliches gesehen zu haben, da er auf Fig. 4 der Taf. XI an einem schwellkörperhaltigen Haarbalg des Igelrüssels zwei Stämmchen von oben her zu seinem allerdings sehr schematisirten Ringe, den er richtig unter die Einmündung der Talgdrüsen verlegt, herantreten lässt. Eine weitere Beschreibung desselben gibt er nicht. Die weiteren Schicksale seines Nervenrings sind aus dem Vorhergehenden bekannt. Ich bestreite die Zusammensetzung aus blassen Fasern allein und sah nie Fasern von ihm senkrecht an der Innenfläche der Glashaut nach abwärts ziehen.

Angesichts der Thatsache nun, dass ein derartiger Nervenring sich nur an den Spitzhaaren der Mäuse (LEYDIG, DIETL, ich), des

Maulwurfs (JOBERT), des Igels (SCHÖBL), der Fledermäuse (REDTEL. SCHÖBL) findet, ist vielleicht die Hypothese gerechtfertigt, dass dieser Apparat eine wesentliche Verfeinerung des Perceptionsvermögens erleichternd vorwiegend den nächtlichen Thieren zukomme. Ausgedehntere und genaue Untersuchungen dürften diese Hypothese vielleicht bewahrheiten¹⁾.

Um sich über das weitere Verhalten der Terminalfasern klar zu werden, bedarf man stärkerer Vergrößerungen. Hinsichtlich der Angaben über ihre Endigung blieb mir nichts übrig, als dieselben in beiliegender Tabelle möglichst übersichtlich zusammenzustellen, welche zugleich die ganze über schwelkörperhaltige Haarbälge bis jetzt vorhandene Literatur angibt.

Literatur über die Spürhaare
und Angaben der Autoren über die Nervenendigung.

Jahreszahl.	Autor u. Werk.	Art der Endigung.	Ort der Endigung.	Thier.
1769	HALLER. Elementar. Physiologie Tom. V.			
1820	GAULTIER. Journ. de Physique.			
1822	HEUSINGER. System der Histologie.			
1831	EBLE. Die Lehre v. d. Haaren. Wien.	Theils falsche theils richtige Angaben über den auffallenden Blureichthum der Bälge und ihren Bau, ohne auf nähere Details oder Innervation einzugehen.		
1846	BENDZ. Handbog, den Almindelige Anat. Kjobenh.			
1850	STEINLIN. Zur Lehre v. Baue u. v. d. Entwickl. d. Haare. Zeit- schrift f. rat. Med.			

¹⁾ Durch neuere Untersuchungen der schwelkörperhaltigen Haare der Maulwurfschnauze gelang es mir auch bei diesem Thier an derselben Stelle einen ebenso angeordneten Nervenring nachzuweisen wie bei Ratte und Maus.

Jahreszahl.	Aut. u. Werk.	Art der Endigung.	Ort der Endigung.	Thier.
1851	GEGENBAUR. Untersuchg. über d. Tast- haare einiger Säugethiere. Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. III.	Lässt sie, nachdem er ein oberflächliches und tiefliegen- des Netz beschrieben und auf häufige Anastomosen auf- merksam gemacht hat, auffal- lend feiner werden, blässere Contouren bekommen und endlich ganz verschwinden, »ohne dass über ihr weiteres Schicksal etwas Bestimmtes zu ermitteln wäre.«	Nicht ange- geben.	Fuchs, Katze, Wiesel, Hase, Kan- ninchen, Ratte, Wald- maus, Spitz- maus, Schwein, Rind.
1859	LEYDIG. Studien über die äussere Bedeckung der Säuge- thiere. Archiv für Anat. u. Physiol. v. REICHERT u. DU BOIS REYMOND.	Sah beim Rinde in der sulzigen Schicht (innere Balg- lage) ein reiches Endnetz. Bei der Maus beschrieb er eine Art Kranz der Nerven über dem Ringsinus, der zur äus- sere Wurzelscheide vorzu- streben suche. Beim Hunde beschrieb er in der äusseren Wurzelscheide Körper von specifischer Natur — mög- licherweise nervöse Terminal- gebilde. Ein Nachweis ihres Zusammenhanges mit den Nervenfasern war nicht zu führen.	In der äusse- ren Wurzel- scheide des Hundes?	Rind, Hund, Maus.
1862	GURLT. Untersuch. über d. horni- gen Gebilde des Menschen u. d. Haus- säugethiere. MÜLLER's Archiv.	Wiederholung der LEY- DIG'schen Angaben.		Hausthiere.
1862	LEO VAIL- LANT. Note sur les poils du tact de mammi- fères. Gaz. med. Paris.	Bringt zu dem Vorhan- denen nichts Neues hinzu.		
1866	ODENIUS. Beitrag zur Kenntniss des anat. Baues der Tasthaare. Deutsch in M. SCHUL- TZE's Archiv f. mikr. Anat. Bd. II.	Bringt, wenn auch mit einer gewissen Reserve, die ersten Angaben über die Art und Weise der Endigungen. Er lässt die Fasern ihre Mark- scheide verlieren und eine in ihrer Zusammensetzung unklare Terminalfaser übrig bleiben. Dies geschieht, nachdem die Fasern während ihres Verlaufs nach oben mehr parallel ge- worden sind und sämmtlich in einer Ebene ausgebreitet.	Im conischen Körper, auf der homoge- nen Mem- bran.	Katze, Ratte, braune Haus- maus, Hund, Kaninchen, Ochse, Meer- schweinchen.

Jahreszahl.	Autor u. Werk.	Art der Endigung.	Ort der Endigung.	Thier.
1866	ODENIUS.	den ganzen Umfang der äusseren Wurzelscheide umgeben. Theilungen der glänzenden dicht neben einander liegenden Terminalfasern und Umbiegungsschlingen (GEGENBAUR) kämen nicht vor. Die Terminalfasern verliefen blass in einer homogenen von rundlichen Kernen durchsetzten Substanz im conischen Körper um ihr Ende in einer länglich runden, feingranulirten Anschwellung auf der Glashaut zu erreichen. Er lüngnet die LEYDIG'schen Körper als Endorgane, da sie im Bereiche des cavernösen Körpers lägen, die Enden aber höher oben zu suchen seien. Ein Durchtreten von Nervenfasern durch die Glashaut habe er nie beobachtet. Biegungen der Nervenfasern nach einwärts seien Artefacte. Er spricht von hie und da bemerkbarem transversalem Verlauf der Nerven. Der Ringwulst ist nervenlos.		
1870	BURKARDT. Ueber die Nervenendigung in den Tasthaaren der Säugthiere.	Lässt sie im Ringwulst als ein aus den plötzlich marklos gewordenen Fasern hervorgegangenes blasses Netz enden. Dasselbe stehe mit den Kernen des Ringwulstes in Verbindung.	Im Ringwulst.	Hausmaus, Kaninchen, Katze, Meer-schweinchen.
1871	BEIL. Ueber die Nervenendig. in den Haarbälgen einiger Tasthaare. Inaug. - Diss. Göttingen.	Kann hier, da er nur Haare ohne schwellkörperhaltigen Balg beschreibt, nicht berücksichtigt werden.		
1871	PALADINO e LANZILOTTI-BUONSANTI. Sulla minuta struttura e sulla fisiologia dei peli tattili. Estratto dal Bulletino dell'	Nichts Genaueres. meist physiologische Studien.		Hausthiere u. Maus.

Jahreszahl.	Autor u. Werk.	Art der Endigung.	Ort der Endigung.	Thier.
1871	<p>Associazione dei Medici e Naturalisti per mutua istruzione No 7. 1871.</p> <p>PALADINO. Sulla terminazione dei nervi cutanei delle labbra. <i>Bullet. del Assoc. dei Med. et Natur. Napoli.</i> No. 10.</p>	<p>Lässt einige Fasern die Markscheide verlieren, andere sie behalten. Konnte kein Ende bestimmt wahrnehmen, läugnet aber ihr Ende im Ringwulst oder der Höhe des conischen Körpers.</p>		Pferd.
1872	WIELIKY'S	<p>Arbeit konnte ich leider nicht zu Handen bekommen. Er beschrieb ein blasses Terminalnetz in der äusseren Wurzelscheide der Spürhaare der Säuger.</p>	<p>Äussere Wurzelscheide.</p>	Maulwurf, Schwein.
1872	<p>JOBERT. <i>Recherches sur les poils du tact. Annales des sciences nat.</i> V. serie. <i>Zoolog. Tom. XVI</i> Article No. 5.</p>	<p>Lässt die Nerven im conischen Körper, der hyalines Aussehen besitzt, nach Verlust ihrer Markscheide kleine angeschwollene Kerne bilden. Er wagt es nicht ODENIUS zu widersprechen, hält aber eine Revision für nothwendig.</p> <p>Bei Maulwurf und Schwein sah er marklose Fasern nach vorherigem spiralischem Verlauf am conischen Körper senkrecht in die Höhe steigen. Zu diesen gesellt sich eine zweite von der Oberfläche der Haut herkommende von mehreren Seiten an die Haarbülgen herantretende Partie, welche in der Gegend unter den Talgdrüsen ein diffuses Geflecht, einen Nervenring bilden, von dem aus 1 oder 2 Fasern in die Höhe ziehen. Die übrigen Nerven verlieren sich marklos in der Gegend unter den Talgdrüsen.</p>	<p>Conischer Körper. Region unter den Talgdrüsen, ohne nähere Details anzugeben.</p>	Maulwurf, Schwein.
1872	<p>SERTOLI und BIZZOZERO. Sulla terminazione dei nervi nei peli tattili. Milano.</p>	<p>Wiesen mittelst Vergoldung einen Complex multipolarer sowohl unter sich als auch mit blassen Fasern zusammenhängender Körperchen zwischen den Cylinderzellen der äusseren Wurzelscheide</p>	<p>Äussere Wurzelscheide, namentlich ihre Anschwellung.</p>	Pferd, Hund.

Jahreszahl.	Autor u. Werk.	Art der Endigung.	Ort der Endigung.	Thier.
1871 1872 1873	DIETL. Untersuchungen über die Tasthaare. Sitzungsberichte der k. k. Akademie d. Wissenschaften Bd. LXIV. 1. Abth. Juliheft 1871. 2. Abth. Juliheft 1872. Bd. LXVIII. 3. Abthl. Decemberheft 1873.	nach. Diese Zellen seien nicht analog mit den LANGERHANS'schen Körperehen, die übrigens neben ihnen vorkämen. Sie längnen einen Nervenring und eine Endigung im conischen Körper. Lässt die Nerven, nachdem er seine 1871 angedeutete Hypothese, dass die Nerven im schildförmigen Körper (Ringwulst) enden, corrigirt hatte, die Nervenfasern im oberen Theile der äusseren Wurzelscheide nach einwärts umbiegen, marklos werdend die homogene Membran durchbohren und den Epithelzellen der äusseren Wurzelscheide zustreben. Die Faser senke sich zwischen die Epithelzellen ein, oder lege sich in anderen Fällen mit einer kleinen oblongen Anschwellung an die Grenzzellen an. Er lässt es (Bd. II pag. 8) dahingestellt, ob diese Gebilde wirklich als Terminalgebilde zu betrachten seien. Ein Ende im conischen Körper sei nirgends mit Bestimmtheit nachzuweisen. Er lässt schliesslich alle Fasern im oberen Dritteltheil der äusseren Wurzelscheide im Bereiche der 1. bis 3. Zellenlage enden. (Bd. II pag. 12.) Nach Besprechung einiger gleichzeitiger Arbeiten (Bd. III pag. 5) endigt er seine an neuen Thatsachen reiche Untersuchung mit der »Vermuthung, dass die Nerven wie nur immer im Epithel der äusseren Wurzelscheide ihr Ende erreichen.«	Aeusserer Wurzelscheide, oberes Dritteltheil.	Rind, Schwein, Hund, Katze, Ratte, Kaninchen, Wiesel, Pferd, Eichhörnchen, Maulwurf.
1873	SCHÖBL. Ueber die Nervenendigung an den Tasthaaren der Säugthiere, sowie über die fei-	Betrachtet alle Haare der Igelsechmauze als Tasthaare, da jedes derselben mit Nerven versorgt sei. Unter den Talgdrüsen befindet sich ein prachtvoller Nervenring aus marklosen Fasern, welche mit der Glashaut in Verbin-	Region unter den Talgdrüsen in der Glashaut.	Igel.

Jahreszahl.	Autor u. Werk.	Art der Endigung.	Ort der Endigung.	Thier.
1873	<p>nere Structur derselben. M. SCHULTZE'S Arch. f. m. Anat. Bd. IX.</p> <p>REDEL. Der Nasenaufsatz des Rhinolophus Hipposcops. Zeitschrift f. wiss. Zoolog. Bd. XXIII.</p>	<p>dung tretend in deren längsrippenartigen Falten nach abwärts verlaufen.</p> <p>Lässt die Nerven in blasen birnförmigen Kolben, die structurlos und von mattgrauer Farbe, enden. Sie umgeben den Follikelhals nach oben zahlreicher, nach unten spärlicher. Die Fasern sind marklos und verlaufen am Follikelhalse ziemlich parallel. Sie verlaufen in der inneren Balglage am Follikelhalse zwischen rundlichen, blassen Körpern, die von einer hellen Contour umgeben sind und mitunter etwas wie einen abgerissenen Fortsatz erkennen lassen. Ihre Form und Farbe werden in Osmiumsäure nicht verändert. Sie fehlen wo sich circuläre Fasern finden. — (Es fehlt also eine Art Nervenring.) Er möchte ihnen nervösen Charakter zuerkennen, konnte aber keinen Zusammenhang mit Nerven nachweisen.</p> <p>Er schliesst sich ODENIUS an und tritt DIETL und SERTOLI energisch entgegen und bestreitet ein Durchtreten der Nerven durch die Glashaut.</p>	<p>Endknöpfchen im conischen Körper ausserhalb der Glashaut.</p>	<p>Rhinolophus Hippocrepis.</p>
1875	<p>MOISISOVICI. Ueber die Nervenendigungen in der Epidermis der Säuger.</p>	<p>Lässt seine Fasern, deren Zusammenhang mit LANGERHANS'schen Körperchen er läugnet, in kölbchenartigen Anschwellungen in der äusseren Wurzelscheide knapp vor der inneren Wurzelscheide endigen. Nähere Details fehlen, ebenso Angaben über das Vorhandensein eines Nervenringes.</p>	<p>Äusserer Wurzelscheide ohne nähere Localisation.</p>	<p>Maulwurf, Maus.</p>
1876	<p>MERKEL. Tastzellen u. Tastkörperchen bei d. Hausthieren und beim Menschen. M.</p>	<p>Lässt ohne detaillirtere Angaben die Nerven nach Durchsetzung der Glashaut in Tastzellen enden. Diese bilden unter den Talgdrüsen einen gürtelförmigen Ring um das Zellenrohr der äusse-</p>	<p>Äusserste Zellenlage der äusseren Wurzelscheide unter den Talgdrüsen.</p>	<p>Schwein.</p>

Jahres-Zahl.	Autor u. Werk.	Art der Endigung.	Ort der Endigung.	Thier.
	SCHULTZE's Arch. f. m. A. Bd. XI.	ren Wurzelscheide, in deren äusserster Zellschicht sie liegen. Einen factischen Zusammenhang zwischen Nerv und Zelle zu führen war er nicht im Stande. Serienschnitte sollen ihn beweisen. Er vermuthet die Identität seiner Tastzellen mit den von SERTOLI und DIETL beschriebenen Gebilden. Die LANGERHANS'schen Körper seien bindegewebiger Natur, Pigmentzellen.		

Die vorliegende Arbeit war gerade im Abschluss begriffen als ich im XV. Band des Arch. f. mikr. Anat. die Abhandlung LÖWE's »Bemerkungen zur Anat. der Tasthaare« fand, Verfasser will beim Kaninchen in der Höhe des Ringwulstes an der Wurzelscheide, die dort etwas verdickt erscheint, eine deutlich gesonderte äussere dunklere und innere hellere Partie wahrgenommen haben. Die äussere Partie ist an der Stelle, wo der Nerv unter dem Ringwulst plötzlich wie abgeschnitten aufhören soll, auf dem Durchschnitt hügelig erhoben und zeigt einen spindelförmigen Durchschnitt. Da der Nerv hier nicht weiter zu verfolgen sei, nimmt er fälschlich an, dass hier der von mehreren Autoren übereinstimmend (?) geschilderte Nervenring durch den Schnitt getroffen sei. Er scheint nicht viele Präparate angefertigt zu haben, um durch eigene Anschauung die widersprechenden Angaben der Autoren zu berichtigen, sonst hätte er das Unrichtige seiner Behauptung und Zeichnung bald einsehen gelernt. Verfasser konnte weder ein Durchtreten der Nerven durch die Glashaut wahrnehmen, noch ein Eintreten derselben in einzelne Zellen. An der Ringwulstseite seien die äusseren Zellenlagen des Epithels der äusseren Wurzelscheide durch ihre dunklere Färbung charakteristisch vom übrigen Epithel unterschieden, was auf einer mehrfachen Schichtung der die Circumferenz der äusseren Wurzelscheide sonst in einfacher Lage umgebenden Cylinderzellen begründet sei. LÖWE fasst nun, indem er diese Stelle als spezifisches Tastorgan betrachtet, den Ringwulst als bindegewebiges Tastkissen, der auf ein Epithel drücken könnte, das zwar im Ganzen ebenso beschaffen sei, wie an den übrigen Punkten der Haarwurzelscheiden, das aber durch seine Mächtigkeit und eine eigenthümliche Modification der untersten Zellenlagen, in welchen mit Wahrscheinlichkeit die Nervenenden zu suchen seien, sich auszeichne.

Aus der Tabelle ergibt sich, dass, abgesehen von der LEYDIG'schen Vermuthung, dass die in der äusseren Wurzelscheide des Hundes vorkommenden kugeligen Gebilde möglicherweise als Terminalgebilde betrachtet werden könnten, zuerst ODENIUS Angaben über die Endigung der Terminalfasern gemacht hat. Wenden wir uns nun zu den von LEYDIG zuerst beschriebenen Gebilden in der äusseren Wurzel-

scheide des Hundes. Es finden sich bei diesem Thiere rundliche oft drusenartig aussehende glänzende, in Osmiumsäure bräunlich sich färbende Körperchen. Oft liegen sie in einem hellen Hof und zeigen etwas wie einen Fortsatz. Ihre Anzahl ist eine sehr wechselnde, ihr Vorkommen so ziemlich in der ganzen äussern Wurzelscheide bis in die Nähe ihrer Anschwellung. Oft fehlen sie ganz. Aehnliche Gebilde fand ich übrigens auch dann und wann bei der Ratte. Ich glaube diese Gebilde, ohne weiter auf ihre Natur einzugehen, aus dem Grunde aus der Reihe nervöser Terminalgebilde streichen zu dürfen, dass ich sie in einer Reihe auf dieselbe Weise mit Osmiumsäure oder Goldchlorid behandelten Schnitten vermisst habe, wobei zu bemerken ist, dass die Schnitte hinsichtlich der Schnittführung und der getroffenen Regionen vollständig gleichwerthig waren. Diese Beobachtung zusammengehalten mit der Unmöglichkeit eines Nachweises ihres Zusammenhanges mit Nervenfasern dürfte als genügende Stütze meiner obigen Anschauung gelten.

Auch die von BURKARDT aufgestellte Ansicht, dass die Nerven im Ringwulst ihr Ende erreichten, möchte ich, noch ehe ich weiter gehe, endgültig widerlegen. Er behauptet nämlich mit Osmiumsäure bei der Maus und Katze, Meerschweinchen und Kaninchen im Ringwulst ein blasses nervöses Fasernetz, hervorgegangen aus den plötzlich marklos gewordenen Nervenfasern, das mit den Zellen des Wulstes in Zusammenhang stehen soll. Er glaubte ferner bemerkt zu haben, dass die Kreuzungspunkte der Fäserchen, welche knötchenartig erschienen, im Kerne der Zellen lagen.

Ich führe dagegen nur an, dass man sich mittelst der Osmiumsäurebehandlung bei Katze und Maus — die anderen von ihm angeführten Thiere habe ich nicht untersucht — aufs Deutlichste darüber klar werden kann, dass weder die Fasern des superficiellen noch des tiefliegenden Nervennetzes in irgend welche Beziehung zum Ringwulst treten. Vielmehr zeigen durch diese Gegend gelegte Quer- und Längsschnitte, dass die Fasern unter dem Ringwulst weg dem conischen Körper zustreben. Die Unzulänglichkeit seiner Untersuchung kennzeichnet sich ferner dadurch, dass er den bei den Mäusen so entwickelten Nervenring gar nicht gesehen hat. Eine Endigung im Ringwulst ist schon an und für sich aus dem Grunde nicht gut wahrscheinlich, da nicht alle Thiere, wie gezeigt wurde, einen solchen besitzen. Zur selben Anschauung kam auch PALADINO,

der auf Grund seiner Untersuchung beim Pferd den Ringwulst als Ort der Nervenendigung verwirft und auch DIETL, der im ersten Bändchen seiner Abhandlung ohne von BURKARDT's Untersuchung Kenntniss zu haben, eine allenfallsige Endigung in diesem Gebilde vermuthet hatte, hat das Irrige dieser Vermuthung sofort im 2. Bändchen corrigirt. Auch LÖWE's Hypothese über die Function des Ringwulstes kann ich nicht acceptiren, weil einmal die Fasern immer über ihn hinaus verfolgt werden können und dann auch die hellen Körper sich gerade in der Wurzelscheidenanschwellung, die sich ja über dem Ringwulst befindet, vorfinden.

Gehen wir nun auf die Angaben von ODENIUS ein, der seine Nerven in kleinen birnförmigen Anschwellungen im conischen Körper enden lässt, so muss ich mich trotz REDTEL's energischem Protest gegen die bahnbrechende Behauptung DIETL's, der zuerst ein Durchtreten der Nerven durch die Glashaut nachwies, auf des letzteren Seite stellen. SERTOLI und MOISISOVICS, sowie auch MERKEL haben dies bestätigt. Wenn REDTEL seine Vertheidigung der ODENIUS'schen Ansicht für die Fledermaus aufrecht erhält, so ändert dies nichts an den Verhältnissen bei anderen Thieren und es kann höchstens noch die Frage auftauchen, ob nicht neben diesen perforirenden Fasern noch andere im conischen Körper ihr Ende erreichen könnten. Die Enden jedoch, die man dann und wann an dieser Stelle zu Gesicht bekommt, sind sehr zweifelhafter Natur und mangelhafte Imprägnation mit Reagentien, oder die Schnittführung bleiben wohl immer die Bedingung für ihr Auftreten. Nur beim Schwein machten mich Goldpräparate (siehe Fig. 10) einen Augenblick schwankend. Ich sah dort nämlich einzelnen Fasern in der Nähe des conischen Körpers kleine birnförmige, ebenfalls gefärbte Anschwellungen aufsitzen, die jedoch viel grösser waren als die von ODENIUS beschriebenen. Der Umstand, dass ich sie auch an den besten Osmiumpräparaten vermisse, mahnte mich jedoch zur Vorsicht, und ich kann ihnen umso mehr als sie nur eine flächenhafte Ausbreitung besitzen und keinerlei weitere Structur an ihnen nachzuweisen ist, nur die Rolle von Kunstproducten zutheilen.

Die Art und Weise des Durchtretens der einzelnen Fasern und ihre Structur lassen sich am besten auf Sagittalschnitten studiren. Auf solchen sieht man bald da bald dort markhaltige Fasern entweder in rechtwinkliger Biegung in rückläufigem Bogen oder nach kurzem spiraligen Verlauf der Glashaut zustreben, und sie durch-

bohren. Am deutlichsten sieht man diese Verhältnisse im Bereiche der Verdickung der Glashaut an der Wurzelscheidenanschwellung, da dort natürlich eine Unterbrechung am augenscheinlichsten auffallen muss. Dies ist aber keineswegs, wie DIETL angibt, der einzige Platz, sondern man kann auch, wenngleich in viel spärlicherem Grade, weiter nach abwärts gelegene Durchtrittsstellen zu Gesicht bekommen, deren Beobachtung allerdings durch die grössere Seltenheit und grössere Zartheit der Fasern erschwert wird. Diese Fasern gehören alle dem tiefliegenden, alle in der Wurzelscheidenanschwellung perforirenden gehören dem oberflächlichen Plexus an.

Betrachten wir nun das Verhalten der Fasern selbst: Auf zahlreiche Präparate gestützt muss ich DIETL widersprechen. Während er nämlich angibt, dass die Fasern (Bd. II, p. 5) bei der homogenen Membran angekommen durch Verlust ihrer Markscheide sich zuspitzen und einen blassen aus Achsenzylinder und SCHWANN'scher Scheide bestehenden Terminalfaden darstellen, finde ich sie an guten Osmiumpräparaten sehr häufig markhaltig, indem sie noch als deutlich tintenschwarz gefärbte, mit SCHWANN'scher Scheide versehene Fädchen sich auch noch an der inneren Contour der Glashaut wahrnehmen lassen. Ich gebe zu, dass man auch Bilder bekommen kann, auf denen die Fasern ihr Mark an der Eintrittsstelle zu verlieren scheinen; da jedoch die markhaltigen in überwiegender Anzahl zur Beobachtung gelangen, so muss ich die oben angeführte Behauptung für die Regel halten.

Im unteren Abschnitte findet man meist nur einzelne durchtretende, im Bereiche der Wurzelscheidenanschwellung dagegen mehrere perforirende Fibrillen. Dort kann man (Pferd) oft 1—4 und mehr zusammenliegend die Glashaut durchbohren sehen.

SERTOLI lässt beim Pferde die Primitivfaser nach ihrem Eintritte in die Glashaut sich in einzelne Terminalfäden theilen, ein Verhalten, was ich nie zu Gesicht bekam, ebenso wenig wie die von DIETL beobachteten dichotomischen Theilungen. Man trifft wohl Schnitte, welche scheinbar das von SERTOLI geschilderte Verhalten zeigen, genauere Betrachtung lehrt dann aber immer, dass eine oder die andere Faser durchschnitten dicht neben oder unter der anderen liegt, was zu solchen Täuschungen Veranlassung geben kann. In der Glashaut selbst verläuft die Faser gewöhnlich von oben

nach unten, hie und da findet man auch kurzen spiraligen Verlauf. Meist, für die gesellig durchtretenden ist es sogar die Regel, benutzen sie die gegen die Wurzelscheide vorspringenden Verdickungen als Brücken. Die runden kernartigen Gebilde, welche sich durch stärkeren Glanz von den Nachbargeweben abheben, und von DIETL (p. 6) durch ihre Lage beim Eintritte auf der Glashaut und in dieser selbst dicht an den Nervenfasern in gewisse Beziehungen zu diesen letzteren gesetzt wurden, habe auch ich gesehen. Ihre Bedeutung glaube ich auf sehr einfache Weise als Querschnitte von Nervenfasern erkannt zu haben, die schlecht oder gar nicht vom Osmium alterirt wurden. An gut gelungenen Präparaten fehlen sie fast immer, und statt ihrer sieht man die kleinen dunklen Ringe durchschnittener Markscheiden.

Die Fasern treten demnach markhaltig, sich zuspitzend, einzeln oder in Gesellschaft, am zahlreichsten an der Wurzelscheidenanschwellung, weniger zahlreich und immer einzeln in den tiefer gelegenen Partien durch die Glashaut. Theilungen in Terminalfäden kommen nicht vor. Die gegebene Schilderung tritt für alle von mir untersuchten Thiere in Kraft und es bliebe somit nur noch das weitere Verhalten der Terminalfasern zu erörtern.

Die ersten Angaben über die Art und Weise der Endigung der durch die Glashaut getretenen Fasern verdanken wir ebenfalls DIETL. Er lässt (Bd. II, p. 6) die Terminalfasern zwischen die Epithelzellen der äusseren Wurzelscheide sich einsenken und gibt an, dass man unter günstigen Verhältnissen den Verlauf der Terminalfasern im Bereich der äusseren Wurzelscheide noch weiter bis in die zweite oder dritte Zellenlage verfolgen und beobachten könne, dass sie hier in eine knopfförmige oder oblonge Anschwellung übergehe. Ähnliche Anschwellungen, deren Zusammenhang mit der Nervenfaser verloren gegangen seien, kämen auch in der ersten Zellenreihe vor. Ueber die Enden des kranzförmigen Geflechts der Maus bleibt er im Unklaren, ebenso darüber ob diese Anschwellungen wirkliche terminale Gebilde seien oder nicht.

In seinem dritten Bändchen bespricht er dann die SERTOLI'sche Entdeckung eines in der äusseren Wurzelscheide des Pferdes gelegenen Complexes sternförmiger sich in Goldchlorid schwärzender Körperchen, die durch zahlreiche Fortsetzungen sowohl unter sich, als auch mit in zahlreiche Primitivfibrillen zerfallenden Nerven zusam-

menhingen. DIETL¹⁾ identificirt sie, obwohl SERTOLI²⁾ ausdrücklich betont, dass sie mit den zuerst von LANGERHANS beschriebenen Körpern nicht identisch seien, doch mit diesen, ohne sich auf eine weitere Definition ihrer Natur einzulassen. Auch er sah ihre polygonale Form und massenhafte Anhäufung in der Grenzlage der äusseren Wurzelscheide. Auch LANGERHANS'sche Körper, und zwar wie seine Abbildung (Bd. III, Fig. 9) beweist, wirklich die von LANGERHANS beschriebenen Gebilde, sah er in der Höhe der Talgdrüsen. DIETL betont ferner, dass man die SERTOLI'schen Körper auch an guten Osmiumpräparaten in der äussersten Zellenlage der äusseren Wurzelscheide wahrnehmen könne, wo sie sich durch leicht bräunliche Färbung von den Epithelzellen abheben sollen. Zum Schluss macht er noch darauf aufmerksam, dass er durch Gold seine kolbenförmigen Anschwellungen jenseits der ersten Zellreihe der Wurzelscheide in Zusammenhang mit der Terminalfaser zusammenhängend darzustellen im Stande war, und endet seine Betrachtung, aus der hervorgeht, dass er seine knopfförmige Anschwellung nicht mit dem von SERTOLI Geschehen identificirt, mit der Vermuthung, »dass die Nerven der Tasthaare, auf welchem Wege immer, im Epithel der Wurzelscheide enden«, steht also von jeder positiven Angabe ab.

Von SCHÖBL's Angaben kommen nur seine letzten (siehe Tabelle in Betracht. Seine Angaben über einen nervösen Wurzelzellkörper, der am Grunde des Haarsacks gelegen, mit Nervenfasern, die in den Glashautfalten vom Nervenring nach abwärts verlaufen, in Verbindung treten sollte, sind bereits genügend abgehandelt worden³⁾. Daher zu den MERKEL'schen Angaben.

Dieser Autor beschreibt in den Epithelzapfen der Rüsselscheibe des Schweins an ihrer Basis zwischen den untersten Zellen des Stratum mucosum⁴⁾ liegende Tastzellen, welche ohne näheren gegenseitigen Zusammenhang dort zu grösseren Gruppen vereinigt seien. Dieselben sind hell, ihr zarter kernkörperchenhaltiger Kern wird nur bei voller Aufmerksamkeit sichtbar; eine sehr scharf contourirte Hülle, die directe Fortsetzung der SCHWANN'schen Scheide, umgibt sie, während der marklos gewordene Achseneylinder in ihren Leib eingelgt. Dieselbe Endigung fände sich in der äusseren Wurzelscheide der Spürhaare und hier könne der Zusammenhang zwischen

1) Bd. III, p. 12.

2) a. a. O. p. 14.

3) STIEDA, Archiv f. mikr. Anat. Bd. 5 und ebenda Bd. 9. JOBERT a. a. O.

4) a. a. O. p. 643.

Nerv und Zelle leicht aus Serienschnitten zusammengetragen und erwiesen werden.

Die Innervation der Rüsselscheibe wurde schon von JOBERT und später MOISISOVICS¹⁾ untersucht. Ersterer spricht sich folgendermassen aus: »Die Nerven enden in kleinen, sehr einfachen Körperchen, analog denen der Conjunctiva, sie sind sehr klein und schwierig zu sehen. Andere Röhren nehmen gleichmässig ihren Weg in den Papillen und scheinen nicht in Endknöpfchen zu enden. Ich konnte die Art ihrer Endigung nicht feststellen: ist sie interepithelial?« MOISISOVICS bildet einzelne vergoldete Primitivfasern ab, die nach seiner Schilderung in der Epidermis in Schlangenwindungen sich verjüngend und varicos werdend emporziehen. Sie sollen die schönsten dendritischen Bilder geben und ohne Anastomosenbildung zwischen den Epidermiszellen mit kölbchenartigen Anschwellungen enden. Bei beiden ist also von einer terminalen Zelle keine Rede. Auch MOISISOVICS überträgt diese Art der Nervenendigung in der Epidermis auf die Haarhüllen und verlegt sie in die äussere Wurzelscheide nahe der inneren. Ueber Zahl und Anordnung der Enden werden von ihm keine Angaben gemacht.

Legt man nun kleine 3 mm breite und 6—8 mm lange Stückchen von der noch warmen Rüsselscheibe eines eben getödteten Schweines auf 12 Stunden in 1% Osmiumsäurelösung und hierauf auf dieselbe Zeit in destillirtes Wasser, so zeigen feine Schnitte nach Härtung in Alkohol unter einer tiefschwarzen scharf contourirten Wellenlinie — dem Stratum corneum — in schön grünlicher Farbe das Stratum mucosum mit seinen langen, zwischen die schmalen Cutispapillen hereinragenden Epithelzapfen. Die Wellenlinie nun, welche das Schleimnetz von der Cutis abgrenzt, zeigt an den Enden der Epithelzapfen stets einen etwas dunkleren Ton. Zu diesen Enden sieht man stets einige noch markhaltige, einem äusserst entwickelten Hautgeflecht entstammende Nervenfibrillen hinziehen, während da und dort einzelne Fäden in den Papillen ebenfalls noch markhaltig in die Höhe streben, ohne dass sich ihr Ende nachweisen liesse. Hat man grössere Stücke vor sich, so sieht man auch die Bündel der Follikelnerven, von dem tieferen und gröberen Plexus stammend, zu den Haarbälgen ziehen. An den Enden der Epithelzapfen bemerkt man dann mit starker Vergrösserung in der That eigenthümliche helle ovale oder runde blasige Gebilde zu grösseren Lagern gruppiert,

¹⁾ Beide a. a. O.

zu welehen und zwischen welehen sich theils noch markhaltige, theils schon bloss gewordene Nervenfasern hinsehlängeln oder sich zwischen ihnen verlieren. Die Blasen selbst sind von einer scharf contourirten Hülle begrenzt. Um einen blassen runden oder länglichen Kern findet sich ein heller Hof. Das ganze Ansehen rechtfertigt MERKEL's treffenden Vergleich mit Knorpelzellen in der That. Die Hülle gibt auf Essigsäurezusatz die Reaction elastischer Elemente ohne Deutlicherwerden des Kernes.

Einen directen Zusammenhang mit Nervenfasern konnte ich jedoch mit Osmiumsäurebehandlung ebenso wenig zweifellos feststellen wie MERKEL. KRAUSE's¹⁾ Behauptung, dass diese Dinge theilweise Querdurchschnitte gekrümmter Endkolben darstellten, muss ich als Irrthum erklären. Es handelt sich hier vielmehr um ein von MERKEL zuerst genauer beschriebenes und verwerthetes Vorhandensein von wenigstens an diesem Orte noch nicht bekannten Gebilden.

Will man sich nun über die Identität dieser Terminalkörper, wie wir sie einstweilen nennen wollen, mit den in der äusseren Wurzelscheide sich findenden Endigungen orientiren, so bietet hierzu ein mit Osmiumsäure behandelter Schnitt durch die Rüsselscheibe des Schweines die beste Gelegenheit. Man kann nämlich hier die Nerven in den Epithelzapfen und der äusseren Wurzelscheide an einem und demselben Präparate vergleichen.

Es zeigt sich dann ganz deutlich, dass die im Bereiche der Wurzelscheidenanschwellung gelegenen schon bei der Glashaut beschriebenen hellen zelligen Gebilde identisch sind mit den in den Epithelzapfen vorhandenen. Ein Blick auf Fig. 11 und 15 erläutert diese Verhältnisse besser als jede Beschreibung. Die Terminalkörper bilden hier in der Ausdehnung der ganzen Wurzelscheidenanschwellung ein continuirliches einschichtiges Lager. Ich hatte nie Gelegenheit. LOEWE's Befund von einer geschichteten Anhäufung dieser Körper in der Nähe des Ringwulstes weder an Quer- noch Längsschnitten zu sehen. Nur durch zarte Brücken der Glashaut von einander getrennt, liegen sie zwischen dieser und den Zellen der äusseren Wurzelscheide fest eingefügt. Die Substanzbrücken können leicht mit den zugespitzten Enden der Nerven verwechselt werden, wie dies von DIETL geschah, der die zugespitzten Fasern oft an eine Grenzzelle sich anlegen sah. Sie sind nämlich nach Osmiumbehandlung ebenfalls dunkler gefärbt.

¹⁾ Handbuch der menschl. Anatomie Bd. I. p. 538. Hannover 1876.

Wechselnde Einstellung klärt jedoch diesen Irrthum leicht auf, indem man sich von ihrem Zusammenhang mit der Glashaut überzeugen und die kolbenförmige Endigung in dem Terminalkörper neben ihnen nachweisen kann.

Je nach der Schnittführung erhält man nun natürlich an reinen Sagittalschnitten durch die Längsachse des Haars nur ein einschichtiges oder, je mehr der Schnitt tangential wurde, ein aus um so zahlreicheren Terminalkörpern bestehendes Stratum. Dieser Umstand erklärt es, warum DIETL seine Enden ganz gut in zweiter oder dritter Zellenreihe, wie er sich ausdrückt, sehen konnte. Man kann sogar ganz grosse Flächenstücke des Terminalkörpermantels auf Tangentialschnitten bekommen, welchem Verhalten auch der LOEWE'sche Irrthum entsprungen zu sein scheint.

Im Bereiche unter der Wurzelscheidenanschwellung findet man nur vereinzelte Enden zwischen den Cylinderzellen, die Enden des tiefliegenden Theiles des intrafolliculären Plexus.

Ich konnte diese demnach mit den bei der Glashaut schon erwähnten blasigen, kernhaltigen Gebilden identischen Terminalkörper bei allen Hausthieren nachweisen und finden sich nur Schwankungen hinsichtlich der Grösse. Sehr grosse besitzt zum Beispiel der Hund.

Es wirft sich nun die Frage auf: Sind diese als Terminalkörper bezeichneten Gebilde wirklich nervöser Natur?

Zunächst ist anzuführen, dass Quer- und Längsschnitte an Osmiumpräparaten und Goldpräparaten nirgends weiter als in der äussersten Lage dicht an und in der Glashaut nervöse Elemente nachweisen lassen.

Die Behandlung frischer Schnitte mit dünnen Natronlösungen rechtfertigt ferner den Schluss auf ihre nervöse Beschaffenheit, da sie, wie MERKEL richtig angibt, die Terminalkörper in eine gleichmässig granulirte Masse verwandelt. Auch manche andere Gründe sprechen für ihre nervöse Natur. Als unzweifelhaftestes Kriterium kann aber nur der Nachweis ihres Zusammenhanges mit Nervenfasern betrachtet werden. Dieser Nachweis lässt sich nun wie erwähnt in den Epithelzapfen nie zweifellos führen, da die Fasern durch ihre Blässe sowie ihre Schlingelung sehr schwierig im Zusammenhang mit den Terminalkörpern nachzuweisen sind. Auch Macerationsmethoden, um beide isolirt im Zusammenhang sehen zu können, führten nicht zum gewünschten Resultat. Besseren Aufschluss gibt ihr Studium an der Wurzelscheidenanschwellung. Dort lässt sich nämlich zeigen, dass die die Glashaut durchbohrenden Ner-

venfasern sich zuspitzen, um dann mit einer blassen kolbigen oder kugeligen sehr fein granulirten Anschwellung im Inneren der hellen Bläschen an der Glashautinnenfläche zu enden. Der Zusammenhang zwischen Nerv und Terminalkörper lässt sich demnach, wenn auch nicht allzu häufig, an dieser Stelle nachweisen. Aus dieser ganzen Beschreibung geht hervor, und Fig. 3, Bd. II stützt diese Anschauung, dass DIETL wenigstens an einzelnen seiner Präparate dieses Verhalten richtig erkannt hat, wenn auch seine Deutung von der MERKEL'S abweicht.

Die von DIETL als Endkölbchen beschriebenen Enden sind also mit MERKEL'S Tastzellen und meinen Terminalkörpern, hinsichtlich der Morphologie, Lage und Grösse identisch.

Ich hoffte nun durch die LÖWIT'Sche Vergoldungsmethode einerseits bestätigende und vielleicht auch für die Epithelzapfen beweisendere Bilder zu bekommen und in der That geben solche Präparate manchen weiteren Aufschluss. Man bekommt nämlich an ihnen in der Rüsselscheibe eine ganz erstaunliche Menge tief schwarz gefärbter stark geschlängelter Nervenfasern aus dem oberflächlichen Hautplexus hervorgehend zu Gesicht, die in die Epithelzapfen eintreten. Theilungen der Fibrillen, sowie Anastomosen fehlen. Ich habe dieses Verhalten nach der Natur abgebildet, da ich nirgends eine Abbildung solcher vergoldeter Nervenbüschel zu Gesicht bekam. Höchst interessant ist ferner, dass dieselben ein ganz ähnliches Verhalten zeigen, wie es jüngst von E. FISCHER¹⁾ für die Terminalfasern der MEISSNER'schen Tastkörper mit der gleichen Methode nachgewiesen wurde. Auch hier findet sich wie dort ein mehr oder minder spiraliger Verlauf, hier wie dort ein Dünnerwerden und Wiederanschwellen. An den Stellen nun wo an Osmiumpräparaten die Terminalkörper in Gruppen sichtbar waren, findet man entweder feine strichförmige Linien, oft halbmondförmig mit oberer oder unterer Convexität, oder aber verzogene unregelmässige kleine Kluxe von den mannigfachsten Formen, mitunter noch mit dem Reste einer Hülle. Es sind das wie sich aus Lage und Zahl ergibt, die sehr vergänglich und in ihrer Form alterirten Terminalkörper. Neben ihnen lässt sich auch bei sonst gut erhaltenen Epithelzellen keinerlei an die Osmiumbilder erinnerndes »tastzellenartiges« Gebilde nachweisen. Mit den LANGERHANS'schen Zellen sind sie ebenfalls nicht zu verwechseln. Der Um-

¹⁾ E. FISCHER, Ueber den Bau der MEISSNER'schen Tastkörperchen. Arch. f. m. Anat. Bd. XII.

stand, dass ihre Färbung stets mit der der Nervenbüschel von Rosa bis Tintenschwarz gleichen Schritt hält, ist ein Beweis, dass sie das Gold in ganz gleicher Weise wie diese reduciren, also nervöser Natur sind.

Bleibe aber noch irgend ein Zweifel, so wird er durch den Nachweis des directen Zusammenhanges zwischen Nerv und Terminalkörper beseitigt. Unter den geschilderten Zerstörungsformen findet man nämlich oft sehr schöne, runde oder ovale knospenförmige Anschwellungen — das Ende der Nervenfasern, welches hier besser erhalten an die Osmiumbilder erinnert. Die relative Seltenheit dieses Zusammenhanges erklärt sich leicht durch den stark geschlängelten Verlauf der Fasern, der durch die Schnittführung häufig unterbrochen werden muss.

Ich muss noch hervorheben, dass MOISISOVICS, der sich ja auch des Goldchlorids bediente, die Fasern viel zu spärlich abbildet. Auch JOBERT scheint sie nicht gesehen zu haben, da er keine Abbildung dieser auffallenden Verhältnisse gibt, und es ist schwer zu sagen, ob er die von MERKEL zuerst beschriebenen und hiermit von mir bestätigten Endigungen sah.

Vergoldungspräparate der Haarhüllen fördern ganz in derselben Anordnung wie an Osmiumpräparaten einen Complex ganz eben solcher Körperchen zu Tage. Man kann sich mit Leichtigkeit aus einer Reihe von Präparaten stets Formen aus der Rüsselscheibe des Schweins und der äusseren Wurzelscheide einer beliebigen Thierart zusammensuchen, welche sich völlig gleichen. Auch hier ist die halbmondförmige Form die Regel, doch erhält man auch hier häufig genug Bilder, welche den natürlichen Verhältnissen sehr nahe kommen, indem man bald da bald dort eine schöne kolbige Anschwellung zu Gesicht bekommt. An Präparaten von der Ratte sehe ich sogar den ganzen Mantel der Terminalkörper ziemlich unverzerrt als eine Menge fein granulirter, oblonger Körperchen und theilweise im Zusammenhang mit den Nervenfasern. Dass diese Körper mit den von SERTOLI beim Pferde beschriebenen Terminalgebilden identisch sind, unterliegt keinem Zweifel. Und mit dem Nachweis derselben bei den übrigen Haussäugethieren mache ich darauf aufmerksam, dass beide keineswegs, wie KRAUSE¹⁾ und DIETL annehmen, mit den LANGERHANS'schen Körpern als gleichwerthig betrachtet werden dürfen. Von einem in der äusseren Wurzelscheide gelegenen blassen intercellularen Nerven-

¹⁾ Handbuch d. menschl. Anat. Bd. I, p. 542.

netz im Sinne WIELIKY's kann auch durch diese Methode keine Spur nachgewiesen werden. Nun hat aber SERTOLI Anastomosen, welche die Körperchen unter sich und mit Nervenfasern verbinden sollen. beschrieben. Und in der That macht es hie und da den Eindruck als ob solche existirten. Leicht lässt sich jedoch nachweisen, dass sie stets durch allzuarke Veränderung der Nervenröhren und der Terminalkörper hervorgerufen sind, indem die Fasern durch unregelmässige klexartige Formen unterbrochen erscheinen. Sie liegen jedesmal im periphersten Theil der inneren Balglage, entsprechen theilweise der Fig. 4 oder 5 von SERTOLI und sind durch partiellen Austritt von Nervenmark aus der SCHWANN'schen Scheide zu Stande gekommen. Ich finde sie immer nur an einzelnen derselben, während sie gerade an den besten Präparaten fehlen. Ich muss daher die von dem italienischen Forscher geschilderten Verbindungen der terminalen Körper unter sich läugnen oder als Artefacte erklären, ein Befund, der auch mit DIETL's Resultaten stimmt. Er sah ebenfalls beim Pferd keine Anastomosen.

Beim Schweine findet man die Körperchen namentlich unter der Wurzelscheideneinschnürung, oft von etwas kolbiger Gestalt. Diese je nach der Osmium- oder Goldbehandlung sehr differenten Bilder ein und desselben Gebildes zeigen wieder wie sehr es gerade bei ähnlichen Studien nothwendig ist, alle Methoden vereinigt anzuwenden um vor Trugschlüssen gesichert zu sein.

Die von DIETL, SERTOLI, MERKEL und mir beschriebenen in einer einschichtigen Lage an der Wurzelscheidenanschwellung sich findenden Körperchen sind trotz der Verschiedenheit ihres Aussehens nach Gold- oder Osmiumbehandlung und trotz verschiedener Deutungen, welche ihnen die genannten Autoren gaben, ein und derselben Natur und identisch mit den Terminalgebilden im Epithel der Schweinerüsselscheibe, eine Auffassung, die sich um so leichter beweisen lässt, als man sich das Haar durch einen sehr stark entwickelten und mit zahlreichen nervösen Terminalgebilden versehenen Epithelzapfen (äussere Wurzelscheide) durchgesteckt zu denken berechtigt ist. Ein Nervenetz im Sinne WIELIKY's ist in der äusseren Wurzelscheide nicht vorhanden.

Ueber die Endigungsweise des Nervenringes bei der Ratte gelang es mir nicht mit wünschenswerther Sicherheit klar zu werden.

Während sich nun bei Goldbehandlung durch Schwärzung der

Terminalkörper sowie durch ihren Zusammenhang mit den Nervenfasern ihre nervöse Natur einerseits durch Zahl und Lage, aber auch ihre Identität mit den durch Osmiumsäurebehandlung nachgewiesenen Nervenenden beweisen lässt, gelingt es nie, sie gänzlich unverändert zu sehen. Auch ihre Beziehungen zur Glashaut werden bei der mit Goldbehandlung Hand in Hand gehenden Anwendung von Ameisensäure stets etwas getrübt, da dieselbe stets gequollen und verwaschen erscheint.

Ehe ich nun zu weiteren Erörterungen der Nervenenden schreite, dürfte es an der Zeit sein, andere merkwürdige sich dann und wann an Goldpräparaten zeigende Gebilde abzuhandeln. SERTOLI erwähnt neben seinem anastomosirenden Terminalkörpercomplex noch eine zweite Form, meist tiefer in der äusseren Wurzelscheide gelegener kleiner sich ebenfalls in Goldechlorid schwärzender kolbenförmiger Körperchen. Dieselben besitzen zahlreiche Ausläufer von wechselnder Länge und er identificirt sie mit Recht mit den zuerst von LANGERHANS¹⁾ im Schleimnetz der menschlichen Haut nachgewiesenen Körperchen. Dieselben wurden auch von DIETL und MERKEL in der äusseren Wurzelscheide der Spürhaare bestätigt und sind ausserdem noch durch eine Reihe von Forschern gesehen und theilweise auch als nervöse Terminalgebilde betrachtet worden. So bestätigten sie für die Haut des Menschen und der Hausthiere ПОДПОСАЕВ, EBERTH, PALADINO, SERTOLI, MOISISOVICS, EIMER, WIELIKY, für die Schleimhäute der Conjunctiva, des harten Gaumens und der Vagina CIACCIO, ELIN, CHRSCHTSCHONOWITSCH und für das Flimmerepithel des Centralcanals im filum terminale des Kaninchens KLEIN.

Mehr und mehr jedoch kam ihre vermuthete nervöse Natur in Misscredit und zwar durch folgende Gründe:

- 1, sind sie ganz inconstant in ihrer Anzahl an demselben Organ bei derselben Thierart und
- 2 liess sich der Nachweis ihres Zusammenhangs mit Nervenfasern nie völlig zweifellos führen.

Meine über diese Dinge während vorliegender Untersuchung gemachten Erfahrungen sind nun sehr geeignet, die von FRIEDLÄNDER, HENLE, KRAUSE, PALADINO, SERTOLI, MOISISOVICS, MERKEL und ARNSTEIN verfochtene Behauptung, dass sie nicht nervöser Natur seien, zu stützen.

Ich habe sie nämlich an mehreren Hunderten sonst ganz gut

¹⁾ VIRCHOW'S Archiv Bd. 41, p. 325.

gelungener Schnitte durch die Rüsselscheibe des Schweines oder durch Haarbälge gar nicht zu Gesicht bekommen, während sie an anderen von einem andern Individuum entnommenen Schnitten in ganz enormer Anzahl vorhanden waren. An Osmiumpräparaten mehr oder weniger bräunlich gefärbt, in Gold völlig geschwärzt, lagen sie in den tiefsten Schichten des Schleimnetzes und streckten ihre charakteristischen hirschgeweihartig verästelten (siehe Fig. 6) Fortsätze zwischen die Epithelzellen hinein. Dasselbe Verhalten zeigten sie in der äusseren Wurzelscheide; namentlich am Halse der Haartasche waren sie zahlreich. Osmiumpräparate zeigten keine Spur eines Zusammenhanges mit Nervenfasern. Man könnte aber den Einwand machen, dass diese Verbindung durch blasse sich in Osmium nicht färbende Fasern hergestellt werden könnte. Goldpräparate machten mich auch wirklich anfänglich schwankend, indem es an ihnen den Anschein hatte, als ob einer oder der andere der LANGERHANS'schen Körper mit den Ansläufnern der Nervenbüschel zusammenhinge (siehe Fig. 9). Aber es finden sich immer Stellen, namentlich bei nicht völlig gleichmässiger Goldwirkung, wo ihre mehr oder weniger pigmentirten Leiber nicht in der geringsten Beziehung zu den tadellos geschwärzten Nervenenden stehen. Während nun hierdurch ihre nervöse Natur geläugnet wird, ergibt sich aus ihrem keineswegs constanten Vorkommen bei Annahme ihrer nervösen Beschaffenheit der sehr unwahrscheinliche Schluss, dass die Natur dies oder jenes Individuum gleicher Art um so und so viel hundert oder tausend Nervenendigungen verkürzt hätte.

Gerade in der äusseren Wurzelscheide ist ihr Vorkommen nach dem, was ich sah, so selten gegenüber den regelmässig zu Tage tretenden Terminalkörpern, dass man sie schon deswegen aus der Reihe nervöser Terminalgebilde ausschliessen darf, zu denen sie durch ihren Entdecker und EIMER vermuthungsweise, von ELIN, CHRSCITSCHONOWITSCH, WIELIKY und CIACCIO thatsächlich gerechnet wurden.

Körperchen von ähnlicher ganz wunderlicher Form fand ich bei Vergoldung in den Haarbälgen der Ratte. Sie sind vielleicht ähnlicher Natur, wie die LANGERHANS'schen. Welcher Natur aber sind diese?

Durch die schönen Versuche MERKEL's und ARNSTEIN's ist zweifellos erwiesen, dass man es mit Wanderzellen zu thun hat, die unter Umständen Pigmentkörnchen in wechselnder Menge in sich aufnehmen können. Während sie aber MERKEL

als pigmentlose oder pigmentirte Bindegewebskörper betrachtet, wies ARNSTEIN ihre Herkunft aus dem Blute durch Rasiren eines Kaninchenohres, in dem sie dann in grösster Menge sich vorfanden. während sie im nichtrasirten desselben Thieres fehlten. so schlagend nach, dass ich mich auf seine Seite zu treten genöthigt sehe.

Es wäre demnach an der Zeit, ihnen endgültig die Rolle zuzuweisen, welche sie wirklich spielen.

Ich kehre nach dieser Abschweifung zu der wirklichen Nervenendigung zurück und lege mir die Frage vor: Welcher morphologische Werth kommt diesen Terminalgebilden zu?

DIETL deutet sie als Endknöpfchen, SERTOLI betrachtet sie als einen Complex peripherer multipolarer Ganglienzellen, welche durch zahlreiche Ausläufer anastomosiren und MERKEL fasst sie als unipolare periphere Ganglienzellen auf, nennt sie »Tastzellen« und basirt auf sie und die von ihm in Vogelzungen beschriebenen Endigungen (Tastzellen, Tastzellenkolben) seine Lehre von der Endigung sensibler Nerven in Tastzellen, neben welchen noch freie Enden vorkämen.

Gute Osmiumbilder zeigen nun in der That auf den ersten Blick alle zum Begriff »Zelle« nothwendigen Charakteristiea. Eine deutliche Membran begrenzt einen hellen Zellenleib, der als heller Hof einen grossen blassen rundlichen oder ovalen reich contourirten Kern birgt. in dem jedoch ein Kernkörperchen nachzuweisen weder mir noch DIETL, auf dessen Bilder diese Schilderung ebenfalls passt, gelingen wollte. Aus den oben angeführten Methoden mit Reagentien geht weiter hervor, dass dieser Kern im Zusammenhang mit der bloss gewordenen Nervenfaser steht. Bei solcher Fassung der Dinge sieht man sich aber zu der weiteren Frage genöthigt: In welche Zellencategorie sind denn dann diese terminalen Zellen überhaupt zu rechnen?

MERKEL und SERTOLI betrachten sie, wie erwähnt, als periphere Ganglienzellen und in der That erkennt ihnen auch ihre Reaction in Gold nervöse Beschaffenheit theilweise zu. Ich sage theilweise. weil nur der, wie die häufigen Verzerrungsbilder beweisen, sehr vergängliche Kern sich in der charakteristischen Färbung zeigt. Nicht aber der Zellenleib. Auch die Osmiumsäure färbt, im Gegensatz zu Ganglienzellen, nicht den ganzen Körper bräunlich, sondern nur den Kern blassgrau. Ferner findet sich ein Unterschied von diesen letzteren durch das Fehlen des meines Wissens allen Ganglienzellen zukommenden Kernkörperchens. Ich will mich hier nicht weiter auf die MERKEL'sche Lehre einlassen, sondern nur betonen, dass die in Rede

stehenden Terminalgebilde sieht auch von den »Tastzellen« der Vogelzunge, über welche ich zahlreiche Präparate verfertigte, sehr wesentlich an Grösse und Aussehen unterscheiden. Man stösst also bei ihrer Auffassung als Ganglienzellen auf gewisse Schwierigkeiten. Eine andere Auffassung wäre die: Sowohl die Terminalkörper der Schweinerüsselscheibe als die der Haarbälge liegen an gleichwerthigen Orten, hier als dichter einschichtiger Mantel zwischen Glashaut und Wurzelscheidenzellen, dort zwischen Basalhäutchen der Cutis und den Zellen des Schleimnetzes, ebenfalls zu Lagern gruppiert. Hätte man es hier mit modificirten Epithelzellen, Neuroepithelien zu thun, wie wir sie als hypothetische Enden der Sinnesnerven — ein factischer Zusammenhang ist ja noch nirgends beim Säugethier erwiesen — beschrieben finden? Ihre Lage im Epithel wäre vielleicht einer solchen Auffassung nicht ungünstig. Doch kennen wir an allen Neuroepithelzellen eigenthümliche Anhangsgebilde wie Härchen, Stiftehen, Krystallkegel etc. und von ähnlichen Einrichtungen lässt sich hier nirgends eine Spur nachweisen.

Ich möchte daher die Sache auf die einfachste und ungezwun- genste Weise so fassen: Die Nervenfasern verlieren in nächster Nähe des Terminalkörpers ihr Mark und spitzt sich zu, ihre SCHWANN'sche Scheide bildet die scharf contourirte Hülle dieses Körperchens, sie selbst endet mit einer kugligen, sehr vergänglichen blassen Anschwellung in einer die Kapsel erfüllenden, sich in Osmium nicht färbenden (flüssigen?) Substanz. Diese Endknospen sind die Terminalapparate aller sensiblen, die schwellkörperhaltigen Haarbälge versorgenden Nerven.

Die Endknospen würden also eine z. B. der Terminalfaser in den HERBST'schen Körperchen der Vögel analoge Nervenendigung repräsentiren, die ja ebenfalls schon von CIACCIO, JACUBOWITSCH und HILDER als Zellen aufgefasst wurde. Aus den oben angeführten Gründen konnte sich aber diese Auffassung ebenfalls nicht halten.

Um einen beiläufigen Begriff von der Anzahl dieser Endknospen zu geben sei erwähnt, dass ich auf einem vergoldeten Tangentialschnitt durch die Wurzelscheidenanschwellung der Ratte ca. 300 auf einer Seite gezählt habe, die doppelte Zahl entspräche also annähernd der Wirklichkeit. In einem Epithelzapfen des Schweines habe ich ohne wechselnde Einstellung an einem Osmiumpräparat deren 25 gezählt, eine Summe, die durch die Anordnung der Knospen an dem

Ende eines abgerundeten Kegels noch weit hinter ihrer wirklichen Zahl zurücksteht.

Reeapitulirt man nun die ganze Anordnung des Nervenverlaufs in den Bälgen der schwellkörperhaltigen Haarbälge, so ergibt sich, dass dieselben von mehreren grossen, die äussere Balgscheide durchbohrenden Stämmen versorgt werden. Diese verästeln sich als ein kelchförmiges Geflecht aus einer superficiellen und tiefen Lage bestehend in der inneren Balglage. Die Fasern des ersteren enden nach Durchbohrung der Glashaut und Verlust ihres Markes in dem einschichtigen Endknospenmantel, der die Wurzelscheidenanschwellung überzieht, die letzteren in einzelnen zwischen den verzahnten Cylinderzellen zerstreuten Endknospen im tiefer gelegenen Wurzelscheidentheil. Zum Haartaschenhalse kommt bei manchen Thieren ein eigenes Stämmchen. Bei der Ratte und Maus aber findet sich diese Anordnung zu einem eigenen, den Haartaschenhals umspinnenden Geflecht entwickelt, das schliesslich in einem über der Wurzelscheidenanschwellung und unter den Talgdrüsen gelegenen Nervenring auf unbekannte Weise sein Ende erreicht.

Die Papille ist immer völlig nervenlos.

Ehe ich nun im Stande bin, diesen Befund mit den an den schwellkörperlosen Bälgen erhaltenen zu vergleichen, dürfte es am Platze sein die Frage zu erörtern, ob die durch Goldbehandlung erhaltenen Bilder uns die wirklichen Endigungen zur Anschauung bringen. Aus dem bereits Angeführten lässt sich — da über das Ende der circulären Terminalfasern ein sicherer Aufschluss nicht erreicht werden konnte — nur zur Hälfte beantworten. Sowohl an Haaren, die noch von der äusseren Wurzelscheide umhüllt waren, als an solchen (Fig. 5), wo dieselbe aus der Glashaut herausgefallen war, traten die geraden Terminalfasern in ganz der gleichen Weise auf, ohne dass sich eine weitere Beziehung zur äusseren Wurzelscheide nachweisen liesse, da ausser ihnen kein weiteres Element sich durch Gold schwärzen lässt. Osmiumsäurebehandlung zeigt an grösseren Haaren, z. B. den Cilien, noch den Eintritt dieser Fasern in die Glashautfältchen, ein weiteres Verhalten ist aber nicht zu eruiern. Findet man auch die schon erwähnten hellen Kerne oder Zellen, so

gelingt es doch nicht einen Zusammenhang derselben mit nervösen Elementen nachzuweisen. Wären sie mit den Endknospen identisch, so liesse sich kein Grund einsehen, warum sie nicht auch durch Gold geschwärzt würden. Man ist demnach gezwungen, die geraden Terminalfasern als wirkliche Endigung in Gestalt freier Nervenenden zu betrachten.

So ergibt sich nun die auffallende Thatsache, dass die Endigung der Nerven in den schwellkörperlosen und schwellkörperhaltigen Bälgen eine verschiedene ist und dieser Umstand muss dazu beitragen, den anatomischen Unterschied der beiden Haarsorten der schon eingangs skizzirt wurde, noch schärfer zu kennzeichnen. Ich halte mich nach diesen nur theilweise zu bestimmten Resultaten führenden Untersuchungen nicht für berechtigt die beiden Fühlorgane hinsichtlich der Qualität ihrer Leistungen zu vergleichen, hierzu wäre es absolut nothwendig auch über die Enden des Nervenrings bei beiden sich klar zu sein. Vor der Hand darf man nur einen quantitativen Unterschied des Fühlvermögens mit Sicherheit annehmen, gestützt auf die grössere oder geringere Entwicklung der Innervation, umsomehr als nur Experimente am lebenden Thier zu befriedigenden Resultaten führen können.

Nur auf die Anordnung der Nerven möchte ich ganz kurz ein physiologisches Streiflicht fallen lassen und benutze hierzu die Haare der Schnauze. Die Entwicklung der lockeren Verschlingung der Follikelnerven steht hinsichtlich der Balggrösse stets im geraden Verhältniss. Zu den grösseren Haaren treten aber auch entwickeltere Muskelbündel, die eine grössere Beweglichkeit der Bälge zur Folge haben werden, welche meist in einer Aufriechung des Balges oder in einem Vorschieben gegen die Hautoberfläche besteht. Die Schlingen können nun hierbei mehr oder weniger verstreichen, ein Umstand, der Zerrung des Nerven verhütet. Complicirter gestalten sich diese Verhältnisse an den schwellkörperhaltigen Bälgen, diese können an der Schnauze alle zusammen aufgerichtet und wieder glatt angelegt und zugleich gegen die Hautoberfläche zu gezogen werden, ein Vorgang, den man bei jedem Hund beobachten kann. Hierbei muss nun der centrale Follikelpol ziemliche Ortsveränderungen eingehen. Durch die S-förmigen Krümmungen der zutretenden Stämme wird auch hier eine sonst unvermeidliche Zerrung des Nerven vermieden. Dasselbe geschieht bei einer Drehung um die Längsachse des Haares, die, wie DIETL¹⁾ gezeigt hat, durch die Anordnung einzelner Muskeln

¹⁾ a. a. O. Bd. I. p. 12.

sehr wahrscheinlich wird. Auch der mehr oder weniger lockere oder geschlängelte spirale (Ratte) Verlauf des intrafollicularen Plexus schützt die Nerven vor Zerrung bei einer stärkeren Füllung des Follikels, wo der Zug der Spannbalken seitlich, der Zug des Papillenhalses vom centralen Ende aus verstärkt wird, und demnach der ganze im Blutsinus befindliche Follikulartheil mit dem Haar mehr oder weniger fixirt wird, umso mehr als auch die Durchbohrung der Glashaut, wie gezeigt wurde, entweder schief von oben nach unten, oder schief in der äquatorialen Zone um die Haarachse erfolgt. Der Umstand ferner, dass die Nervenfasern meist die größeren Vorsprünge der Glashaut bei ihrem Durchtritt als Brücken benutzen, also die relativ am wenigsten beweglichen Stellen, kommt hier ebenfalls hinsichtlich der Fixirung ihres Durchtritts in Betracht. Die Art und Weise wie die Füllung des Schwellkörpers zu Stande kommt, wurde schon vielfach hypothetisch beleuchtet, abgeschlossen ist die Frage noch keineswegs, nur sei erwähnt, dass, da wie gezeigt die venösen Abzugsanäle am Dache des Ringsinus in den Haartaschenhals führen, hier ein Verschluss stattfinden muss, den vielleicht die circulären glatten Muskelfasern durch Contraction bewerkstelligen. Ob vielleicht der Nervenring mit diesen in Verbindung steht, wage ich nicht zu entscheiden. Es ist ganz belanglos wenn dann dabei auch die kleinen hier befindlichen von Arterien stammenden Speisungsäste unwegsam würden, da ja noch die Hauptblutzufuhr durch die grosse Balgarterie völlig ungehindert stattfinden kann. Bei einer pralleren Füllung des Blutsinus würden dann die unter der festen Glashaut gelegenen Endknospen jede Excursion des Haarschaftes gegen die eine oder andere Seite um so feiner zu percipiren im Stande sein. Das Haar selbst stellt nur einen biegsamen elastischen Hebel dar, der an der engsten Stelle des Haartaschenhalses, etwa in der Talgdrüsenregion, sein Hypermochlion für den längeren peripheren Arm hätte und mit seinem darunter gelegenen kürzeren Arme auf die mantelförmig um ihn angeordneten Nervenenden drücken kann. Die Lage dieser letzteren ist, wie SERTOLI¹⁾ zuerst betonte, gerade an der Wurzelscheidenanschwellung, weil dort das Haar noch rigide ist, also jede Excursion seines peripheren Endes noch mit einer gewissen Schärfe auf die Nervenenden übertragen kann, während es weiter nach abwärts weicher und saftiger und zugleich durch die Nähe der Papille mehr fixirt wird, Verhältnisse, die der genannten Function

¹⁾ a. a. O.

hindernd entgegenreten würden. Die mantelförmige Anordnung der Endknospen und geraden Terminalfasern ermöglichen eine Perception bei jeder Excursion des Haares, mag sie nach welcher Richtung immer stattfinden. Aus der ganzen Schilderung ergibt sich ferner, wie werthlos hinsichtlich des Fühlvermögens die Papille durch Lage und physiologische Function (Schrumpfung beim ausfallenden Haare, Wachtsthum bei neu sich bildenden etc.) sein muss, ein Schluss, der durch ihre gänzliche Nervenlosigkeit, vielleicht einige vasomotorische Fasern ausgenommen, zur Genüge bestätigt wird.

Es geht aus diesen nur flüchtig skizzirten Angaben hervor, dass wenn auch einzelne Haare der Willkür hinsichtlich ihrer Verwendung zu feinerem Fühlen in grösserem oder geringerem Grade durch Muskelbewegung unterliegen, doch die Bezeichnung »Tasthaare« völlig unzulässig ist. Zum Begriff »Tasten« gehört nicht nur die Distanzempfindung zweier Punkte, sondern auch das Vermögen Härte oder Weichheit, Temperatur und Form eines Gegenstandes unterscheiden zu können, dadurch, dass die peripherischen sensiblen Endapparate an ihm vorbeigeführt oder auf ihn gedrückt werden. Das alles kann durch die Haare nicht erkannt werden. Sie bringen blos Druckschwankungen zu Stande, die dem Thiere sagen, ob ein Gegenstand in nächster Nähe von seiner Haut sich befindet, ob er fixirt oder beweglich ist, ohne dass sie über weitere Eigenschaften dieses Körpers Aufschluss geben können. Sie wirken also nur als Sonden, wie schon GEGENBAUR betonte, die das Thier über räumliche Verhältnisse in nächster Nähe unterrichten, während der Blick dabei in die Ferne gerichtet ist. Es wäre daher Zeit die Bezeichnung Tasthaare gänzlich fallen zu lassen, jedes Haar als Fühlorgan zu betrachten und die schwellkörperhaltigen allenfalls als Spürhaare oder Schnauz-, Augenlid- oder Wangenborsten von den Haaren des übrigen Thierkörpers zu unterscheiden.

Ob auch in der Epidermis der anderen von mir untersuchten Thiere, wie MERKEL¹⁾ für die ganze Säugethierhaut annimmt, solche Endknospen vorkommen, lasse ich völlig unentschieden, da ich die Haarbülgel, um sie möglichst gleichmässig durchtränken zu lassen, stets ziemlich isolirte.

¹⁾ a. a. O. p. 650.

A n h a n g.

Bei Gelegenheit dieser Untersuchungen fand ich in einem der Oberlippe des Pferdes entnommenen Präparate ca. 3 mm unter der Epidermis in der Nähe eines Spürhaares ein in der Cutis gelegenes Körperchen von spezifischer Natur, das sich auf 12 durch das Präparat gelegten Schnitten 7 Mal im Längs- und Schiefschnitt präsentierte (Fig. 8). Dasselbe war von länglich rundlicher Gestalt, von der Grösse eines Tastkörperchens und bestand aus einer bindegewebigen Hülle, die nach dem Centrum zu Fortsätze hereinschickte. Die hierdurch im Inneren entstandenen Abtheilungen bargen einen helleren etwas granulirten Inhalt, der sich von der Hülle etwas zurückgezogen hatte, wodurch feine Spalten zwischen beiden entstanden waren. Eine deutlich zutretende Nervenfaser theilte sich und konnte im Inneren des Körperchens in deutlichen Schlingelungen wahrgenommen werden. Sowohl die zutretende Faser als auch die zarten geschlingelten Fasern hatten sich durch die Behandlung mit Osmiumsäure tief schwarz gefärbt, waren also markhaltig. Einen klaren Ueberblick über die Endigungsweise der Nerven in den hellen Körpern konnte ich natürlich aus dem einen vorliegenden Präparate nicht bekommen. Ebensowenig bin ich, da die vorstehende Arbeit meine ganze Zeit in Anspruch nahm, vor der Hand in der Lage Näheres über Zahl und Anordnung dieser den MEISSNER'schen Tastkörperchen hinsichtlich ihres Baues sehr nahe verwandten Terminalkörper geben zu können. Da die aus physiologischen Gründen längst wahrscheinliche Annahme, dass die Schnauze des Pferdes, dessen vorzüglichstes Tastorgan ausser den Spürhaaren noch weitere sensible Perceptionsorgane besitzen müsse, meines Wissens nur durch GERBER, der Nervenschlingen in derselben nachwies, gestützt wurde, so ist die gegebene Notiz vielleicht nicht ganz ohne Interesse.

Methode der Untersuchung.

Zur allgemeinen Orientirung dienten Tinctionspräparate mit Carmin und Hämatoxylin. Weitaus die besten Dienste leistete hinsichtlich des Studiums der Nerven die Ueberosmiumsäure. Die frisch ausgeschnittenen und an einer Seite zur besseren Durchtränkung geschlitzten Follikel blieben darin 4—12 Stunden, kamen dann auf dieselbe Zeit in destillirtes Wasser und waren nach Härtung in Alkoh. abs. schnittfähig. Sehr hübsche und scharfe Präparate erhält man, wenn man einen mit Osmiumsäure behandelten Schnitt mit Hämatoxylin färbt. Das ganze Gewebe bleibt dann besser als nach blosser Alkohollhärtung

erhalten und die blauen Kerne der Zellen treten deutlichst hervor. Auch hat man dann in dem ganzen Bild den Nervenverlauf. Der Versuch durch Maceration in MÜLLER'scher Flüssigkeit oder Chromkalilösung den Zusammenhang des innerhalb der Glashaut gelegenen Endes mit der Nervenfaser nachzuweisen, misslang durch die Zartheit der beiden Gebilde jedesmal.

Zur Vergoldung benutzte ich die von LÖWIT angegebene Methode, welche trotz der durch die Complicirtheit des Haarbalges nicht gerade günstigen Verhältnisse doch ziemlich häufig gute Erfolge hatte. Es handelte sich darum eine möglichst gleichmässige Durchtränkung zu ermöglichen und zu diesem Zwecke schnitt ich den ganz frischen Follikel mitten durch, liess ohne viel hin und her zu drücken das Blut ausfliessen und legte sie dann 10—20 Minuten in ein Gemisch von 1 Th. Ameisensäure und 1 Th. destillirtes Wasser. Waren sie hierin vollständig durchsichtig geworden, so kamen sie auf 15—20 Minuten in eine 1½% Goldchloridlösung, wurden dann in Wasser abgespült und in 1 Th. Ameisensäure auf 2 Th. destillirtes Wasser zur Reduction 3—4 Tage gelegt. Hierauf folgte die Härtung in Alkohol. Bei dieser Behandlung bekommt man namentlich die Enden in der Wurzelscheidenanschwellung gut zu Gesicht, deren Vergoldung sonst ziemliche Schwierigkeiten bietet. Um den ganzen Nervenverlauf zu Gesicht zu bekommen, behandelte ich 1—3 mm dicke und circa 5—10 mm lange Hautstückchen auf dieselbe Weise. Sind die Präparate gelungen, so sieht man die Nerven tintenschwarz das helle oder rosenrothe Gewebe durchsetzen. Dieses letztere eignet sich jedoch nicht mehr gut zum Studium feinerer Details der nicht nervösen Gewebeelemente, da es meist glasig gequollen ist und die Zellen mehr oder weniger zerstört sind. Daher das etwas verschwommene Ansehen der nach solchen Präparaten gezeichneten Bilder, auf denen nur die nervösen Elemente mit grösster Schärfe wahrzunehmen sind.

Die Nervenendigungen im Schleimnetz des Schweinerüssels gelangten auch frisch zur Untersuchung und wurden mit Natronlösung auf ihren nervösen Charakter geprüft oder in Glaskörperflüssigkeit oder Blutserum untersucht.

Zur Ermittlung der Blutbahnen dienten Injectionen mit kaltflüssigem Berlinerblau oder mit carmingefärbtem Gelatineleim. Um die Innervation der schwellkörperlosen Bälge nachzuweisen empfiehlt es sich die Haut der Ohrmuschel eines frisch getödteten Thiers nach vorheriger Scheerung der Haare und Abtragung des Randes vom Knorpel loszupräpariren, nach der angegebenen Methode zu vergolden und mit der Epidermisfläche, die man auch durch Schaben vor der Vergoldung abtragen kann, nach unten in Nelkenöl oder Damarlack in toto zu studiren. Dasselbe gilt für die übrigen angeführten Hautstellen von Maus und Ratte, die sich jedoch auch ganz gut an Querschnitten studiren lassen. Die Osmiumsäurecontrole wurde dann und wann in Combination mit der Hämatoxylinfärbung in der bereits gegebenen Weise veranstaltet. Weitaus am besten lässt sich die reiche Innervation der Bälge schon mit Osmium an den Cilien nachweisen, natürlich ohne dass die Terminalfasern zu Gesicht kommen. Die Verwendung albinotischer Thiere zur Untersuchung kann, um verbegliche Mühe und Zeit zu sparen, nicht genug empfohlen werden.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVII.

- Fig. 1. Schwanzhaar der Ratte. Goldpräparat. SEIBERT. Oc. I. Obj. V. Der zutretende Nerv theilt sich oft nach plötzlicher Verdünnung *a*, die geraden Terminalfasern umgeben das Haar *b*, ihr Zusammenhang mit markhaltigen ist an einzelnen Stellen *c* deutlich zu sehen, *d* Andeutungen circulärer Terminalfasern.
- Fig. 2. Kleines Schnauzhaar vom Hunde. Goldpräparat. SEIBERT. Oc. III. Obj. II. Die zutretenden Nerven bilden Schlingen *a*, aus denen die geraden Terminalfasern *b* hervorgehen; diese sind nach aussen von den circulären Terminalfasern *c* umspinnen.
- Fig. 3. Cilie vom Pferd. Goldpräparat. SEIBERT. Oc. III. Obj. II. Die zutretenden Nerven bilden kranzartige Verschlingungen *a*, *b* gerade Terminalfasern, hier sehr dünn, *c* circuläre Terminalfasern.
- Fig. 4. Grösseres Schauzhaar vom Hund. Goldpräparat. SEIBERT. Oc. I. Obj. VII. Die zutretenden Nerven bilden theilweise Schlingen, die sich oft plötzlich verdünnen *a*; bei *b* kann man den Ursprung der geraden Terminalfasern aus den markhaltigen Fasern in gabelartiger Weise wahrnehmen, *c* circuläre Terminalfasern, theils im Querschnitt nach aussen von den geraden sichtbar.
- Fig. 5. Zwei Bälge aus der Haut des Vorderfusses der Maus, deren Haare herausgefallen sind, von der unteren Hautseite her betrachtet. SEIBERT. Oc. III. Obj. II. Goldpräparate. *t* Glashauttrichter, in welchem ein Theil der geraden Terminalfasern zu sehen sind. *c* circuläre Fasern.
- Fig. 6. Epithelzapfen aus der Rüsselscheibe des Schweines im Längsschnitt. Osmiumpräparat. HARTNACK. Oc. III. Obj. VII. ausgezogener Tubus. *a* zutretende Nerven; *b* Endknospenlager; *c* LANGERHANS'scher Körper; *d* Stachelzellen.
- Fig. 7. Epithelzapfen von derselben Stelle. Goldpräparat. HARTNACK. Oc. III. Obj. VII. Ausgezogener Tubus. *a* zutretende Nerven; *b* die verzerrten und geschwärtzten Endknospen; *d* eine solche im Zusammenhang mit der Nervenfaser; *c* LANGERHANS'scher Körper; *d* Stachelzellen.
- Fig. 8. Tastkörperchen aus der Lippe des Pferdes. Osmiumpräparat. SEIBERT. Oc. I. Obj. V. *a* bindegewebige Hülle; *b* zutretende, markhaltige Nervenfasern; *c* ebensolche geschlängelt im Innern verlaufend in helleren Partien, die durch Bindegewebssepta von einander getrennt

sind; *d* quergeschnittene markhaltige Nervenfasern; *e* Spalten zwischen bindegewebiger Hülle und fein granulirtem Inhalt.

Tafel XVIII.

- Fig. 9. Balg eines Spürhaares von der Rüsselscheibe des Schweins. Osmiumpräparat. SEIBERT. Oc. III. Obj. II. *a L* Aeusserer Balglage; *i L* innere Balglage; *r* Andeutung eines Ringwulstes; *c* conischer Körper, *sp* spongiöser Körper auf der linken Seite mit Blut gefüllt; *Wa* Wurzelscheidenanschwellung; *T* Talgdrüse; *N* Follikelnerven; *P* intrafolliculärer Plexus; *A* Balgarterie.
- Fig. 10. Ein ebensolches Haar. Goldpräparat. HARTNACK. Oc. III. Obj. IV. Ausgezogener Tubus. *P* Intrafolliculärer Plexus; *Wa* Wurzelscheidenanschwellung mit den vergoldeten Endknospen; *k* scheinbar kolbige Endungen der Terminalfasern. Die übrigen Bezeichnungen wie auf Fig. 9.
- Fig. 11. Senkrechter Schnitt durch einen Epithelzapfen aus der Rüsselscheibe des Schweins. Osmiumpräparat. HARTNACK. Oc. II. Obj. IX. imm. Tubus ausgezogen. *a* Zutretende Nerven, welche theils ihr Mark verlieren; *b* Endknospenlager; *c* Stachelzellen.
- Fig. 12. Ein ebensolcher Schnitt vergoldet. *a*, *b*, *c* wie in Fig. 11. Die Endknospen sind meist verzerrt. Bei *d* deutlicher Zusammenhang zwischen Nerv und Endknospen.

Tafel XIX.

- Fig. 13. Schwellkörperhaltiger Balg eines Spürhaares von der Ratte. Goldpräparat. SEIBERT. Oc. III. Obj. II. *P* Tiefe Lage des intrafolliculären Plexus; *Wa* Wurzelscheidenanschwellung mit den vergoldeten, theils gut erhaltenen Endknospen, deren einige im Zusammenhang mit Nerven stehen; *a* eigenthümliche gezackte, von Gold geschwärzte Körperchen im tiefliegenden Nervengeflecht; *N₁* Hautnervenast, der den Plexus des Haartaschenhalses, *HP* und den *NR* Nervenring bildet; *RS* Ringsinus; *Sp* spongiöser Körper; *r* Ringwulst; *M* Muskeln des Balges; *F* Fett. Die übrigen Bezeichnungen wie auf Fig. 9.
- Fig. 14. Senkrechter Schnitt durch die Glashaut eines Spürhaarbalges vom Pferd in der Höhe der Wurzelscheidenanschwellung. Osmiumpräparat. SEIBERT. Oc. I. Obj. V. *i L* Innere Balglamelle aus Bindegewebe und eingestreuten Kernen bestehend. *N* Nerven des intrafolliculären Plexus, die bei *a* markhaltig, sich zuspitzen und in Gesellschaft die Glashaut durchbohren; *E* Endknospen an diesem Präparate nicht gut erhalten; *G* Glashaut deutlich in eine homogene *h* und eine spongiöse *sp* Lage zerfallend; *b* Querschnitt von Nerven, die die Glashaut in schiefer Richtung durchbohren.
- Fig. 15. Ein ebensolcher Schnitt vom Schwein. Osmium. SEIBERT. Oc. III. Obj. V. *G*, *J*, *L*, *N*, *E* wie in voriger Figur. Bei *a* kann man je eine bloss gewordene Faser in die Endknospe übergehen sehen; *c* Stachelzellen der äusseren Wurzelscheide.
- Fig. 16. Querschnitt in der Höhe der Wurzelscheidenanschwellung durch einen Spürhaarbalg der Katze. Osmiumpräparat. SEIBERT. Oc. I. Obj. VII.

imm. *iL* Innere Balglage; *G* Glashautquerschnitt. Dieselbe ist hier schon bedeutend verdünnt und zeigt auf ihrer äusseren Contour punktförmige Erhabenheiten, auf ihrer innern kleine zahnartige Fortsätze; *AW* Stachelzellen der äusseren Wurzelscheide; *E* Endknospenmantel; *N* quergeschnittene Nerven, die an dieser Stelle die Glashaut durchbohren.

Fig. 17. Glashautschnitt vom Hund. *a* compacte, *b* poröse Lage derselben; *c* Cylinderzellen; *d* Endknospe vereinzelt; *e* quergeschnittene Nervenfasern.

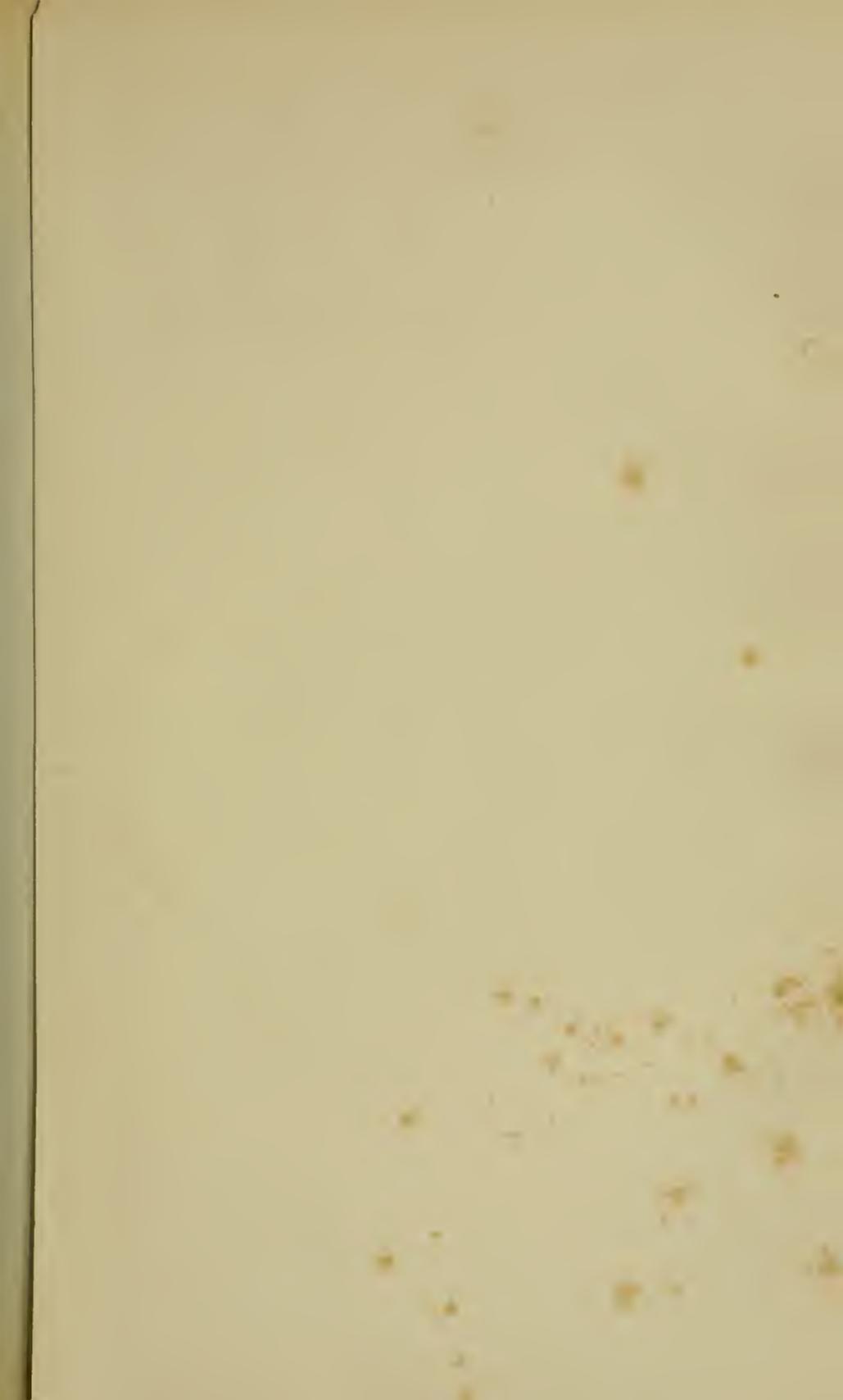


Fig 1



Fig 3



Fig 2



Fig 4



Fig 5



Fig 6



Fig 8



Fig 7



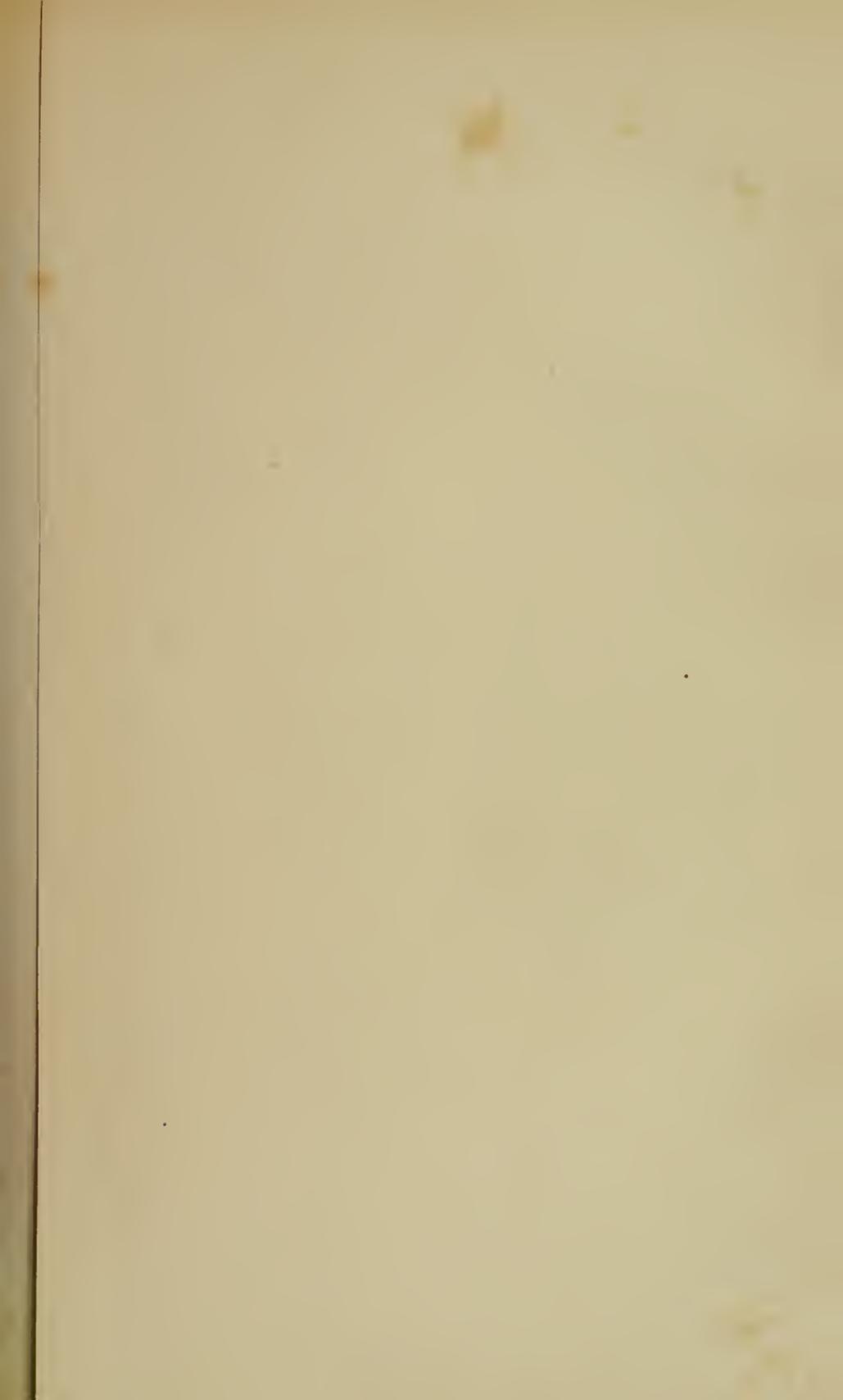


Fig 9



Fig 11

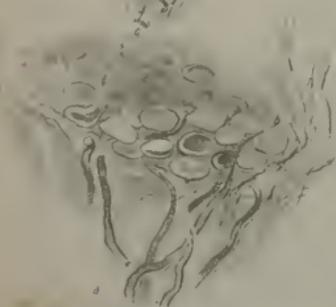
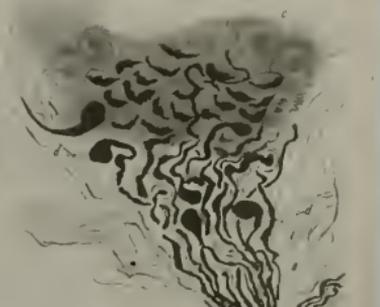


Fig 10



Fig 12



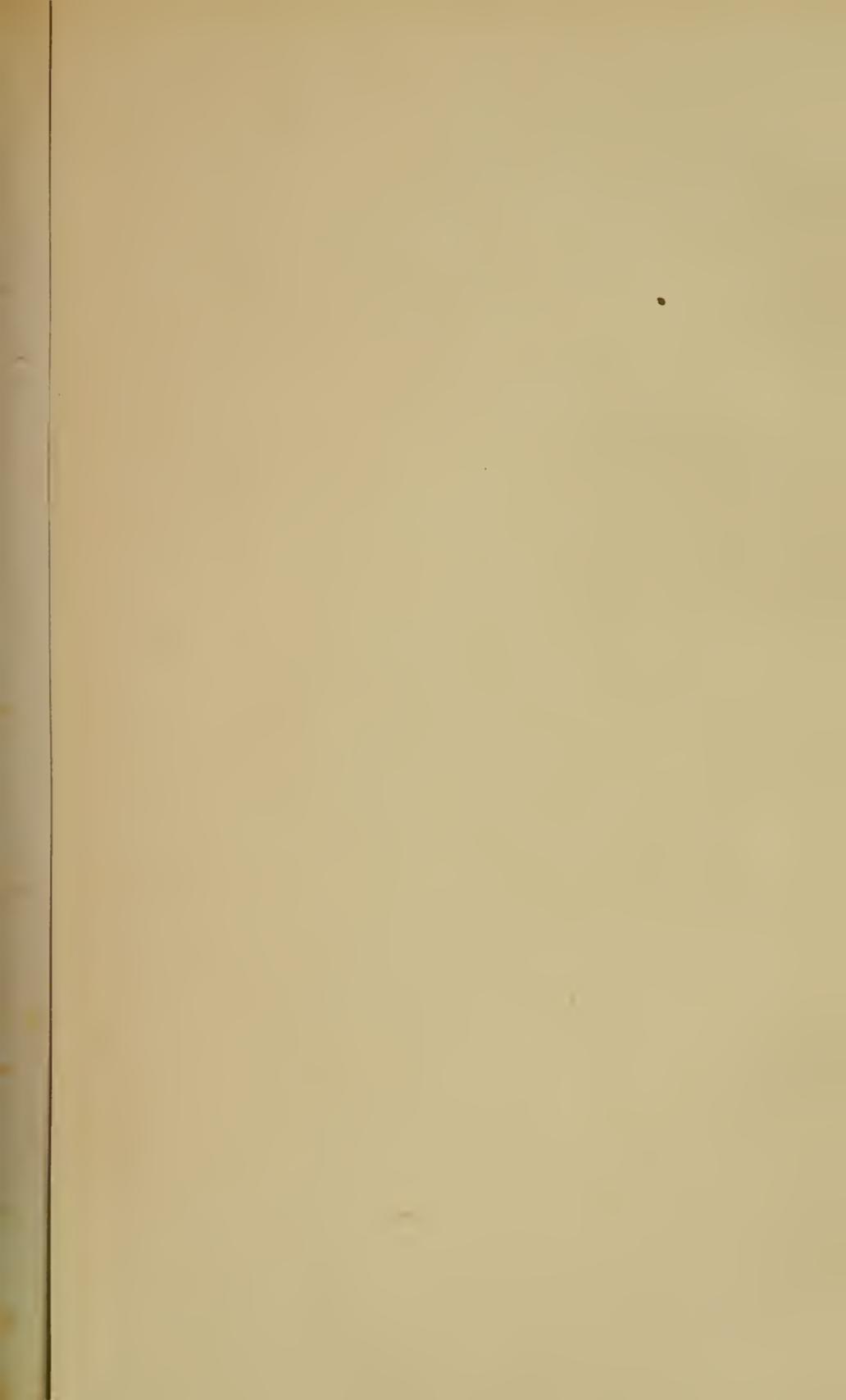


Fig 13

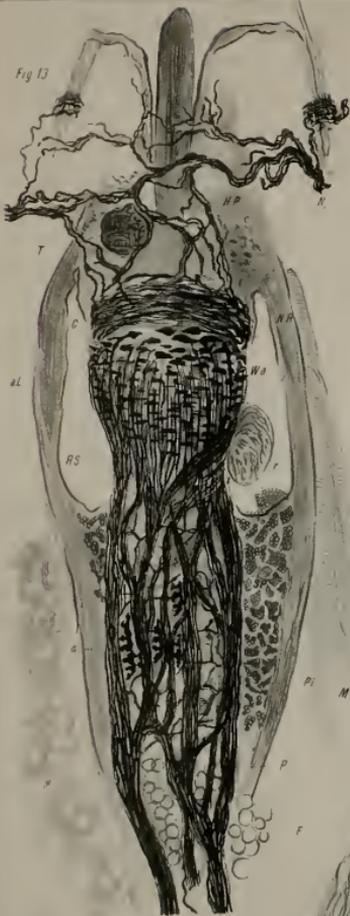


Fig 14



Fig 15



Fig 17

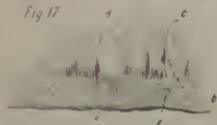


Fig 16

