

A r c h i v
für
pathologische Anatomie und Physiologie
und für
klinische Medicin.

Bd. 137. (Dreizehnte Folge Bd. VII.) Hft. 3.

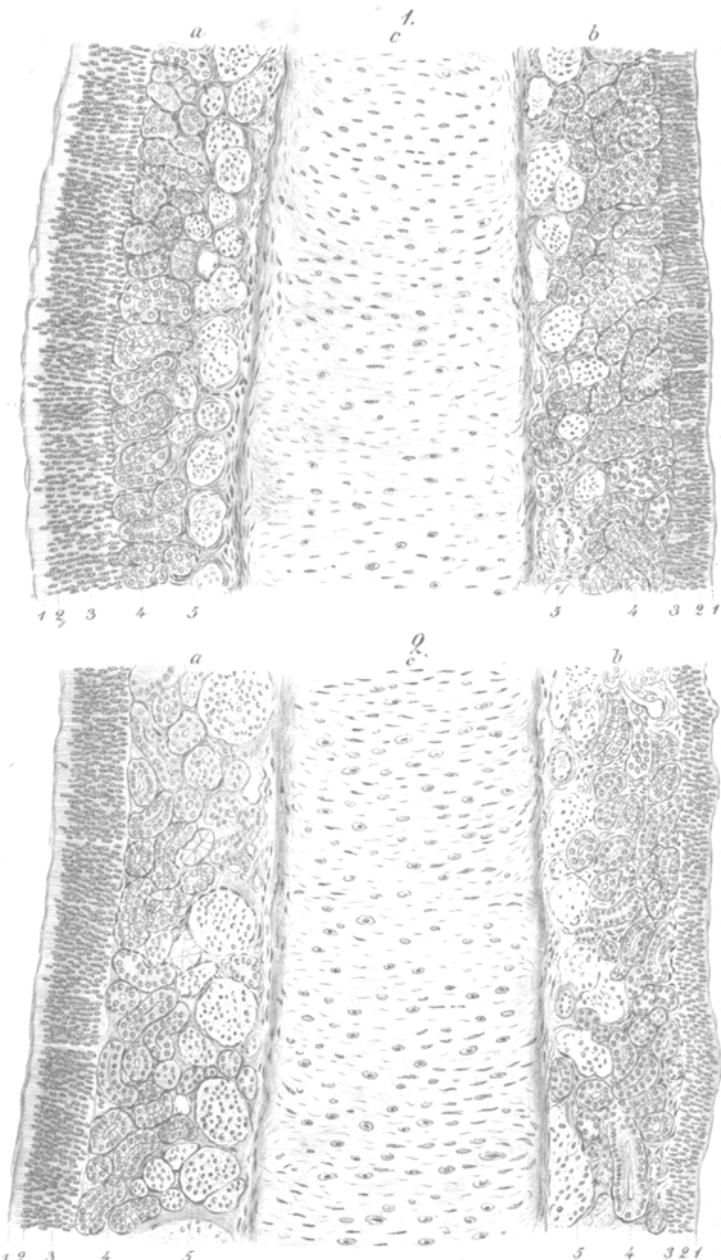
XVIII.

**Ueber das Verhalten von Nervenendorganen nach
Durchschneidung der zugehörigen Nerven.**

Von Dr. Benno Baginsky in Berlin.

(Hierzu Taf. IX.)

Zur Erforschung der Verbindungen der Nerven mit den zugehörigen Nervenendorganen ist neben den bekannten histologischen Untersuchungsmethoden auch die Degenerationsmethode vielfach in Anwendung gebracht worden. Sie beruht bekanntlich darauf, dass Nerven nach ihrer Durchschneidung in ihrem peripherischen Theile gewisse Veränderungen erkennen lassen, welche sie von der Norm erkenntlich unterscheiden und diese Veränderungen sollten sich nach den Beobachtungen einzelner Autoren auch erstrecken auf die nervösen Endorgane, welche nach der Durchschneidung der zugehörigen Nerven in letzter Linie ihrem Untergange entgegengeführt werden. Im Speciellen ist diese Methode für fast alle sensorische Nerven angewendet worden, und je nach den etwaigen Resultaten, welche durch die nachfolgende makroskopische und mikroskopische Untersuchung gewonnen wurden, ist alsdann von den verschiedenen Untersuchern die Art der Nervenverbindungen mit den Endorganen im Allgemeinen, wie mit den einzelnen zelligen Elementen derselben insbesondere festgestellt worden. So haben v. Vintschgau und



Hoenigschmied durch die Degenerationsmethode nach Durchschneidung des Nervus glossopharyngeus einen Untergang der Schmeckbecher herbeiführen zu können geglaubt und auf diese Weise ihrer Meinung nach eine Zusammengehörigkeit dieser Bildungen mit dem Nervus glossopharyngeus erschlossen, wenn sie auch über die letzten Nervenendigungen ein bestimmtes Urtheil nicht gewinnen konnten. Weiterhin hat W. Krause eine Degeneration der Tastkörperchen bei einem Affen beobachtet, bei dem er vorher die betreffenden Nerven durchschnitten hatte. Auch für den Nervus olfactorius liegen Degenerationsversuche vor, durch welche der Zusammenhang zwischen ihm und seinen Endorganen in der Schleimhaut genauer erforscht werden sollte, Versuche, welche vor längerer Zeit schon ausgeführt wurden, nachdem die anatomische Untersuchung sichere Aufklärung nicht zu geben versprach. Indem wir uns vorbehalten, auf diese Versuche weiterhin zurück zu kommen, wollen wir nur betonen, dass die Resultate, welche sich den verschiedenen Untersuchern hierbei ergeben hatten, nach scheinbar demselben experimentellen Eingriffe so ausserordentlich wechselnde waren, dass ein allgemein gültiges Gesetz, wie dies bereits Colasanti aussprach, nicht formulirt werden kann. Und dieser Ausspruch findet weiterhin seine Berechtigung in der Thatsache, welche durch die Untersuchungen W. Krause's und anderer Beobachter auch am Nervus opticus festgestellt ist, dass nehmlich nach Durchschneidung dieses Nerven eine Degeneration der retinalen Stäbchenschicht nicht erfolgt, was eigentlich nach Analogie an anderen Nerven, und, wenn anders die Degenerationsmethode für die hier vorliegenden Fragen Verwerthung finden sollte, hätte der Fall sein müssen.

Inzwischen ist die Degenerationsmethode etwas mehr in den Hintergrund gedrängt worden durch die in den letzten Jahren erheblich verbesserte Methodik der Untersuchung des Nervensystems und der Nervenendigungen mittelst der Golgi'schen Imprägnirungs- und der Ehrlich'schen Methylenblau methode, indem mittelst derselben das Studium der Nervenendigungen in den Endorganen auf das Sorgfältigste betrieben wurde und auch manche Verhältnisse einer besseren Erkenntniss entgegen geführt worden sind. Ich erinnere an die vielen Arbeiten der letzten

Jahre über die Nervenendigungen in den Geschmacksknospen der Zunge, an der Riechschleimhaut u. s. w. und dabei haben sich den einzelnen Beobachtern vielfach Thatsachen ergeben, welche sich mit den durch die Degenerationsmethode gefundenen schwer vereinbaren lassen. So hat unter Anderen beispielsweise Retzius mit Hülfe der Ehrlich'schen Methylenblaumethode die Nervenendigungen in den Geschmacksknospen intercellulär und frei gefunden, und nicht zusammenhängend mit den fraglichen Geschmackszellen und darauf hin es direct ausgesprochen, „dass der bekannte experimentelle Beweis von v. Vintschgau (nehmlich der Untergang der Geschmacksknospen nach Durchschneidung des Nervus glossopharyngeus) nicht weiter zutrifft“. Diesen von Retzius gemachten Beobachtungen stehen andere gegenüber (Fussari, Panasci u. A.), welche den directen Zusammenhang der Nerven mit den Geschmackszellen aufrecht erhalten, Beobachtungen, welche hinwiederum mit den bisherigen Erfahrungen, welche durch die Degenerationsmethode gemacht waren, übereinstimmen.

Es galt deshalb, den Werth der Degenerationsmethode nochmals zu prüfen; ergaben sich Differenzen, so war es wichtig, festzustellen, welch' etwaige Fehlerquellen hier in Betracht kommen, welche vielleicht den früheren Untersuchern entgangen sind.

Meine Nachprüfung erstreckte sich auf Durchschneidungs- und Degenerationsversuche am Nervus glossopharyngeus des Kaninchens und am Nervus olfactorius derselben Species. Ich wählte diese beiden Nerven, weil gerade für diese beiden bereits ausgiebige Untersuchungen vorlagen und weil in Folge ihrer Lage die Versuche leicht ausführbar sind und eindeutige Resultate zu ergeben versprachen. Die Versuche wurden im physiologischen Laboratorium der thierärztlichen Hochschule unter Leitung des Herrn Prof. H. Munk ausgeführt.

I. Versuche am Nervus glossopharyngeus.

In der Aetheranarkose wurde sowohl bei jüngeren, als bei etwas älteren Kaninchen abwechselnd der rechte oder linke Nervus glossopharyngeus freigelegt, und jedesmal unter Vermeidung jeder Gefässverletzung ein etwa 1 cm langes Stück des Nerven exstirpiert. Die Wunde, welche genäht wurde, heilte in

den gelungenen Fällen per primam und die Thiere wurden verschieden lange Zeit, 3 bis 87 Tage, am Leben erhalten. Nach dem Tode, welcher durch Verblutung herbeigeführt wurde, wurde eine genaue makroskopische Untersuchung vorgenommen, die Nerven in Flemming'schem Gemisch conservirt, nach den bekannten Methoden erhärtet und geschnitten. Dasselbe wurde mit der Zunge vorgenommen, indem auch diese nach sorgfältiger Vorbereitung genau untersucht wurde, wobei zum Vergleiche auch die gesunde Zungenseite einer genauen Betrachtung unterzogen wurde. Meine Beobachtungen beziehen sich auf 9 brauchbare Versuche an jungen und etwas älteren, aber noch jungen Kaninchen, und hier hat sich gegenüber den Mittheilungen von v. Vintschgau und Hoenigschmied, welche nach Durchschneidung des Nervus glossopharyngeus bei jungen Kaninchen die Schmeckbecher der Papilla foliata und vallata auf der Operationsseite schon nach 3 Wochen haben verschwinden sehen, in allen 9 Versuchen gleichmässig die Thatsache herausgestellt, dass trotz der Durchschneidung des Nervus glossopharyngeus — ob rechts- oder linksseitig ist gleichgültig — bei ganz jungen und bei etwas älteren Thieren die Schmeckbecher unverändert bestehen bleiben, dass eine Degeneration oder ein Verschwinden derselben nicht stattfindet, gleichgültig, wie lange die Thiere nach der Operation leben.

Indem nun auf der operirten Seite gar keine Veränderungen an den Schmeckbechern der Papilla foliata und vallata meinerseits zu constatiren waren, also sich dieselben in nichts von der Norm unterschieden, könnte ich unter Hinweis auf die normale histologische Struktur der Geschmacksknospen auf jede weitere Auseinandersetzung Verzicht leisten, wenn nicht die detaillirten Beschreibungen von Veränderungen an den Schmeckbechern seitens zweier so namhafter Histologen, wie v. Vintschgau's und Hoenigschmied's, vorliegen würden, welche unzweifelhaft nach genauerer Untersuchung zu gegentheiligen Angaben gelangt sind. Es bedürfen deshalb die Mittheilungen von v. Vintschgau und Hoenigschmied einer genaueren Betrachtung.

Beide Autoren stimmen in ihren Mittheilungen darin überein, dass die Schmeckbecher nach der Durchschneidung des Nervus

glossopharyngeus auf der Operationsseite völlig verschwinden und dass an Stelle der Becher nichts Anderes zu finden ist, als die gewöhnlichen Epithelzellen. Im Einzelnen gestalten sich nach diesen Autoren die Veränderungen zunächst zeitlich so, dass der degenerative Prozess abgelaufen ist, nach der ersten Angabe — nach 5 Monaten —, nach der zweiten Angabe — nach 3 Wochen, und dass die Veränderungen zwischen dem ersten und dem zweiten Tage nach der Operation bereits erkennbar sind. Diese Veränderungen zeigen sich 1) an den Deckzellen, welche sich mit Körnchen füllen, 2) an den einzelnen Bechern, welche sich vergrössern oder vergrössert erscheinen, 3) an gewissen Anomalien des untersten Bechers, welcher sich übrigens von allen zuerst verändert darstellt; derselbe erscheint vielfach schmäler und schmächtiger als in der Norm, und, worauf besonders Werth gelegt wird, schief liegend und endlich verschwinden die äusseren Contouren; nebenbei schmiegen sich die Zellen des Bechers der Art den Epithelzellen an, dass man eine Umwandlung der Deckzellen in Epithelzellen für wahrscheinlich halten muss. In dieser Periode constatirte auch v. Vintschgau Zellen, welche bald schief, bald senkrecht auf die verticale Richtung der Falten, also auch schief oder vertical auf die gewöhnliche Richtung der Epithelzellen stehen und diese Zellen sollten früheren Bechern angehören, welche jetzt zerstört sind. Dies im Wesentlichen die Angaben von v. Vintschgau und Hoenigschmied.

Wenn ich die Angaben dieser beiden Autoren genauer prüfe und die aufgenommenen Befunde mit den meinigen vergleiche, so muss ich constatiren, dass alle Momente, welche von v. Vintschgau und Hoenigschmied als pathognomonisch für die der Operation nachfolgenden und durch dieselbe herbeigeführten Veränderungen geschildert worden sind, in ganz gleicher Weise, auch auf der nicht operirten Seite vorkommen und auch bei überhaupt nicht operirten Kaninchen, d. h. mit anderen Worten, auch in der Norm; und in der That, wenn man sich der Mühe unterzieht, eine grössere Zahl von Papillae foliatae und vallatae — an gut conservirtem Material — mikroskopisch zu untersuchen, so kann man sich nicht schwer überzeugen, dass alle jene auf die Nervendurchschneidung zurückgeföhrten

Veränderungen der Geschmackbecher bereits in der Norm vollzählig vorhanden sind.

Dass dies v. Vintschgau entgangen ist, erscheint um so auffallender, als gerade v. Vintschgau selbst auf die Anomalien innerhalb der Schmeckbecher hingewiesen hat und er sich von der Anwesenheit dieser innerhalb der Norm befindlichen Abnormitäten sowohl auf der gesunden, wie auf der operirten Seite mit Leichtigkeit hätte überzeugen können. v. Vintschgau giebt unter Anderem selbst an, dass 1) bei unversehrten Kaninchen an einer Seite einer Falte die Schmeckbecher ganz fehlen können, 2) dass sie auch an 2 sich gegenüber liegenden Seitenflächen ganz fehlen können und dass dabei die Falte schmäler und flacher sein kann und 3) dass manchmal überhaupt nur 1 bis 2 Becher zu finden sind. Finden sich diese oben angeführten 3 Momente zufällig auf der operirten Seite in einer grösseren Zahl von Schnitten zusammen vor, so ist es natürlich nur zu leicht verständlich, wenn hier ein causaler Zusammenhang mit der Operation angenommen wird, der aber thatsächlich nicht besteht, und dass dies in der That der Fall ist, geht aus den Mittheilungen v. Vintschgau's selbst hervor. v. Vintschgau lässt die Degeneration der Schmeckbecher nach Durchschneidung des Nervus glossopharyngeus 3 Wochen nach der Operation vollendet sein und dabei giebt v. Vintschgau selbst an, „mehrere Monate nach der Durchschneidung des Nervus glossopharyngeus zeigt sich der oberste Becher noch vorhanden“. Wie sollte dieser Widerspruch sich erklären lassen! Ebenso wenig, wie ich das etwaige Fehlen der Schmeckbecher auf einen durch die Operation veranlassten Untergang derselben zu beziehen vermag, kann ich die detaillirten Veränderungen innerhalb der histologischen Struktur der Zellen und in der Stellung derselben zur Längsaxe der Falten u. s. w. als pathognomonisch anerkennen. Zum mindesten müsste doch zunächst bei dem Zusammenhang der Nervenfasern mit den Zellen der Schmeckbecher eine Veränderung der eigentlichen Schmeckzellen, und nicht blos der Deckzellen nachweisbar sein. In dieser Beziehung vermissen wir in den Arbeiten von v. Vintschgau und Hoenigschmied jede Angabe, nur von einer Anfüllung mit Körnchen innerhalb der Deckzellen ist die Rede.

Ich habe sorgfältig auf das Verhalten der Schmeckzellen geachtet und konnte irgend welche Veränderungen derselben gegenüber der Norm nicht constatiren, ebenso wenig, wie ich der körnigen Anfüllung der Deckzellen irgend welchen Werth beilegen möchte, da sie auch vielfach auf der nicht operirten Seite sich zeigt. Was nun noch die Anomalien des untersten Bechers betrifft, so kommen dieselben ebenfalls auf der gesunden Seite vor, und seine schiefe Lage, welche vielfach beobachtet wird, im Verein mit dem Auftreten von schief auf die verticale Richtung der Falten gestellten Zellen erklärt sich leicht durch die Abweichung der Schnittrichtung, durch welche gewisse scheinbare Veränderungen gesetzt werden können, aber nicht blos in den untersten Bechern, sondern auch in den mittleren und oberen, so dass hier die mannichfachsten Bilder entstehen können, welche bei richtiger Deutung sich als die Folgen der Schnittrichtung ergeben.

Ich habe, wie bereits angegeben, auch die Nerven mikroskopisch untersucht und in den peripherischen Abschnitten der Nerven hochgradige Degenerationen constatiren können; auch schien es, als ob die in der Zunge gelegenen Ganglienzellen vielfach Degenerationen zeigen, indem der Kern geschrumpft erschien und auch das Protoplasma körnig verändert war; ich möchte indess auf diese Befunde keinen besonderen Werth legen, da sie nur nebensächlich aufgenommen, noch einer weiteren Ausführung bedürftig sind, um so mehr, da ja wahrscheinlich andere Ganglienzellen, welche zur Chorda tympani gehören, intact bleiben werden.

II. Versuche am Nervus olfactorius.

Wie bereits bemerkt, liegen auch für den Nervus olfactorius Durchschneidungs- und Degenerationsversuche vor und die Beobachtungsresultate sind hier ausserordentlich wechselnd und vielfach widersprechend.

Nach Durchschneidung des Nervus olfactorius fand zunächst C. K. Hoffmann eine fettige Degeneration sämmtlicher epithelialer Elemente, sowohl der Riechzellen, wie der Epithelzellen beim Frosch und beim Kaninchen und ausserdem beim Kaninchen eine fettige Degeneration der zwischen dem Epithel und dem Bindegewebe liegenden Zellschichten. Colasanti konnte

beim Frosche nach Durchschneidung der Riechnerven weder eine Degeneration des Epithels noch der Nervenfasern nachweisen. Endlich fand Exner beim Frosch nur nach Extirpation des ganzen Tractus und Bulbus olfactorius Degeneration beider Zellenarten der Riechepithels. Für's Kaninchen verzeichnet Exner nur einen misslungenen Versuch; hier bestanden keine oder mindestens so geringe Veränderungen, dass darauf kein Werth zu legen ist.

Ich habe nun die Degenerationsversuche am jungen Kaninchen wiederholt, einmal um auch hier die bestehenden Differenzen in den Anschauungen aufzuklären und auch andererseits über die Verwerthung der Degenerationsmethode für die Feststellung der Verbindung zwischen Nerv und Riehzellen ein Urtheil zu gewinnen; die Endigung der Olfactoriusfasern im Riechepithel, wie sie vor Jahren schon von M. Schultze vermutet wurde, ist ja inzwischen durch die mannichfachsten Untersuchungen (Retzius, Brunn u. A.) festgestellt worden.

Bei der Eigenartigkeit des Eintrittes des Olfactorius in die Nasenhöhle ist naturgemäß die isolirte Durchschneidung des Nervus olfactorius nicht ausführbar, sondern sie erfolgt zugleich mit der Zerstörung der Lobi olfactorii, wie dies W. Krause in seiner Anatomie des Kaninchens beschreibt. Ein Hautschnitt wird in der Medianlinie längs der Sutura frontalis zwischen beiden Augen in der Länge von etwa 1,5 cm angelegt, der Schädel in der Pars frontalis ossis frontis eröffnet und der Lobus olfactorius einseitig entfernt. Die Blutung ist hierbei mässig und unter leichter Compression in kurzer Zeit beseitigt. Junge Kaninchen überleben den Eingriff leicht, während ältere vielfach schon wenige Tage nach der Operation ohne jeden nachweisbaren Grund zu Grunde gehen. Ich verfüge aus einer grösseren Zahl von Versuchen über 5 gelungene, welche an neu geborenen und jungen Thieren ausgeführt worden sind. Nachdem ich die Thiere 13 bis 68 Tage am Leben erhalten hatte, wurden dieselben durch Verblutung getötet, die Nasenhöhle in Flemming'schem Gemisch conservirt und mikroskopisch meist auf Serienschnittreihen untersucht.

Vorversuche hatten ergeben, dass die Veränderungen in den ersten Tagen nach der Operation äusserst geringe waren,

so dass die eigentlichen Befunde erst gegen den 10. bis 12. Tag aufgenommen werden konnten. Als Resultat der Durchschneidung des Nervus olfactorius beim neugebornen und jungen Kaninchen hat sich herausgestellt, 1) dass die ganze Riechschleimhaut atrophirt und zwar sowohl das Epithel als auch die Submucosa; 2) dass besonders atrophisch erscheinen die Riechzellen (Nervenzellen), dass aber auch in Mitleidenschaft gezogen sind die Epithelzellen (Stützzellen); 3) dass die Atrophie bei der scheinbar gleichen Versuchsanordnung in den verschiedenen Versuchen nicht an allen Stellen der Schleimhaut gleichmässig ist und 4) dass die Atrophie um so hochgradiger ist, je länger die Thiere nach der Operation am Leben erhalten werden. Besonders bemerk wird noch, dass die Atrophie des Nervus olfactorius nicht in gleichem Verhältnisse zur Atrophie der Schleimhaut steht.

Betrachten wir nun im Einzelnen die Veränderungen, welche durch die mikroskopische Untersuchung festgestellt werden konnten, so beginne ich zuerst mit denjenigen, welche sich bei einem Kaninchen vorfanden, welches 2 Tage nach der Geburt operirt, 13 Tage nach Extirpation des linken Bulbus olfactorius getötet worden war. Schon bei schwächerer Vergrösserung erscheint die ganze Epithelschicht der Riechschleimhaut auf der linken operirten Seite etwas schmäler, als auf der nicht operirten, und besonders zeigt sich bei stärkerer Vergrösserung, dass die Schicht der Riechzellen (M. Schultze's dritte Schicht, vergl. Max Schultze's Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut. Halle 1862. S. 61) die Hauptveränderungen darbietet, indem sich hier grosse Lücken vorfinden, augenscheinlich in Folge des Ausfalls von Zellen; einzelne Zellkerne sind hochgradig verändert und geschrumpft und zwischen ihnen zeigt sich manchfach körniger Detritus. Die äussere peripherische, sogenannte streifige Schicht des Epithels und die zweite Schicht, in welcher wesentlich die Kerne der Epithelialzellen gefunden werden, lassen deutlich nachweisbare Veränderungen nicht erkennen. Bemerkenswerth ist das Vorkommen von Mitosen in allen 3 Schichten auf der operirten Seite, während sie auf der

nicht operirten Seite kaum vorhanden sind. Die eben angeführten Veränderungen sind indess nicht überall gleichmässig; während an einzelnen Stellen der Schleimhaut dieselben äusserst leicht nachweisbar sind, findet man an anderen Partien derselben nur äusserst geringe Degenerationen, so dass man die Schleimhaut an diesen Stellen als fast normal bezeichnen möchte. Die bindegewebige Grundlage der Riechschleimhaut erscheint fast intact; an den Bowmann'schen Drüsen sind Veränderungen nicht zu constatiren, dagegen erscheinen die Querschnitte des Nervus olfactorius etwas schmäler, aber nicht erheblich, ohne dass an den einzelnen Elementen etwas Pathologisches auffindbar ist; der Nervenquerschnitt erscheint etwas zusammengesintert. An den Gefässen sind ebenfalls keine Veränderungen auffindbar. Mit den durch die Untersuchung festgestellten Befunden sind auch übereinstimmend die Maasse, welche die Schleimhaut auf der operirten Seite, etwa um $\frac{1}{8}$ schmäler, gegenüber der entsprechenden Normalseite erscheinen lassen.

Genau dieselben Veränderungen, nur in etwas vorgerückterem Maasse, lassen sich constatiren bei einem Kaninchen, welches 19 Tage nach der Operation getötet wurde. Die Schleimhaut auf der operirten Seite erscheint fast um $\frac{1}{4}$ dünner, als auf der Normalseite. Und auch hier zeigte die dritte Schicht die Hauptveränderungen, indem hier an vielen Stellen directe Lücken vorhanden sind; es fehlen hier die Elemente und ausserdem zeigen sich viele Kerne geschrumpft und atrophisch. Die erste und zweite Schicht lassen auch hier erhebliche Veränderungen nicht erkennen, auch ist die bindegewebige Grundlage mit den Gefässen und Drüsen zwar etwas schmäler auf der operirten Seite, aber sichere Veränderungen sind nicht nachweisbar und auch die Nervenquerschnitte des Olfactorius erscheinen nur in sehr geringem Grade gegenüber der Norm reducirt.

Bei dem Kaninchen, welches 24 Tage nach der einseitigen Bulbusexstirpation zur Untersuchung kam, sind nun die Veränderungen noch weiter vorgeschritten. Die Schleimhaut erscheint nunmehr schon um fast ein Drittel der Breite reducirt und auch hier zeigt sich die Ungleichmässigkeit des degenerativen Prozesses an den verschiedenen Stellen der Riechschleimhaut, indem an einzelnen Stellen die Degeneration sehr hochgradig, an anderen Stellen

mindergradig ist. Im Einzelnen gestalten sich die Vorgänge auch hier so, dass die Hauptveränderungen sich kundgeben in der 3. Schicht, indem dieselbe hochgradig verschmälert erscheint; die Zahl der Riechzellenkörper ist erheblich verringert, es finden sich nebenbei vereinzelte rudimentäre Kerne vor. Die bindegewebige Grundlage der Schleimhaut mit Drüsen, Blutgefässen, Nervenquerschnitten zwar etwas verschmälert, aber mit nicht erheblich nachweisbaren Veränderungen.

Bei dem Kaninchen, welches 28 Tage nach der Operation lebte, haben die Veränderungen noch mehr zugenommen; die Schleimhaut der operirten Seite ist beinahe auf die Hälfte zusammengeschrumpft und wenn auch, wie in den übrigen bereits angeführten Versuchen auch hier die 3. Schicht besonders atrophirt und verändert gefunden wird, so zeigen doch auch die erste und zweite Schicht nachweisbare Anomalien. Im Einzelnen gestalten sich bei genauerer Untersuchung die Veränderungen in folgender Weise: die äusserst streifige Schicht ist verschmälert, fast auf die Hälfte reducirt und gleichzeitig ist der streifige Charakter fast verloren gegangen. Die zweite Schicht, in der im Wesentlichen die Kerne der Epithelzellen gefunden werden, zeigt geringfügigere Störungen; indess sind auch hier zerfallene Kernrudimente zu finden; die Zahl der Kerne erscheint verkleinert. Die dritte Schicht zeigt auch hier die meisten Veränderungen. Hier finden sich grosse Lücken, augenscheinlich in Folge Ausfalls von Zellen. Die restirenden Kerne sind geschrumpft, liegen enger an einander, nehmen einen dunkleren Farbenton an und auch die Gesamtzahl erscheint bei ungefährer Schätzung erheblich verringert.

Auch hier zeigt sich bei Vergleich der verschiedenen Schnitte und der einzelnen Schleimhautpartien an demselben Präparate, dass die Atrophien nicht gleichmässig über die Schleimhaut vertheilt sind, dass an einzelnen Stellen dieselben grösser, an anderen kleiner, und noch anderen Stellen äusserst geringfügig sind.

In diesem Stadium ist nun auch die bindegewebige Grundlage der Schleimhaut in den atrophen Prozess mit einbezogen; hier lassen sich Veränderungen in den Bowmann'schen Drüsen und dem Nervus olfactorius deutlich nachweisen; die Drüsen-

elemente sind geschrumpft und auch die Nervenquerschnitte erheblich verschmälert. An den Gefässen gelang es mir trotz genauen Nachsuchens nicht, Veränderungen nachzuweisen. Im Allgemeinen erscheint das Epithel in seinem Bestande mehr geschädigt, als die bindegewebige Grundlage der Schleimhaut, indem das Epithel erheblicher verändert ist, als das Substrat. Fig. 1 in naturgetreuer Zeichnung lässt die Veränderungen deutlich erkennen.

Endlich habe ich noch zu erwähnen die Veränderungen, welche ich bei einem Kaninchen 68 Tage nach der einseitigen Bulbus-olfactoriussexstirpation habe feststellen können. In Fig. 2 kommen dieselben zum Ausdruck. Im Wesentlichen decken sich die hier festgestellten Befunde mit den bisher aufgenommenen, mit dem Unterschiede nur, dass die Gesammtatrophie noch erheblich grösser ist. Es zeigt sich die gesammte Schleimhaut, sowohl das Epithel, wie die bindegewebige Grundlage mit ihrem Inhalte, den Drüsen und den Olfactoriusfasern hochgradig atrophisch. Im Epithel sind alle 3 Schichten verändert, sie sind schmäler geworden; die äusserste Schicht ist fast verschwunden, auch die zweite Schicht der Epithelzellen ist reducirt und noch mehr die dritte Schicht der Riechepithelien; auch die Bowmann'schen Drüsen scheinen geschrumpft und die Nervenquerschnitte des Olfactorius erheblich reducirt, indem die bindegewebigen Septa etwas verdickt erscheinen, ihre Kerne vielfach geschrumpft sind und der eigentliche Nerveninhalt durch Verminderung der Zahl der Fasern erheblich verschmälert erscheint. An den Gefässen dagegen soweit sie sichtbar sind, konnte ich Veränderungen nicht constatiren. Im Allgemeinen ist die Atrophie des gesammten Epithels auch hier grösser, als die der übrigen Schleimhaut.

Fassen wir nunmehr die Befunde, welche wir nach Exstirpation des Bulbus olfactorius bei jungen Kaninchen aufnehmen konnten, zusammen, so zeigt sich, dass in den 5 gelungenen Versuchen der Exstirpation des Bulbus olfactorius bei jungen Kaninchen mehr oder weniger hochgradige Veränderungen der Riechschleimhaut nachfolgen, welche um so mehr an Ausdehnung zunehmen, je länger die Thiere nach der Operation am Leben belassen werden. Und wenn es angängig ist, aus dem Nebeneinander der Veränderungen in den verschiedenen Versuchen gewisse Rückschlüsse zu machen auf den Ablauf der Verände-

rungen, so zeigt sich überall, dass es in erster Linie die dritte Schicht des Epithels, d. h. die Riechzellen es sind, welche zuerst dem Untergange entgegen gehen und auch am meisten unter der angewandten Operationsmethode leiden. Es zeigt sich aber auch weiterhin, dass später nach einer gewissen Zeit auch die Epithelien degeneriren, die Nervenfasern und Drüsen. Ueber die Gefäße habe ich ein bestimmtes Urtheil nicht gewinnen können. Es ist also über jeden Zweifel feststehend, dass nach Exstirpation des Bulbus olfactorius, sowohl das Epithel, wie die bindegewebige Grundlage der Schleimhaut atrophirt und so würden meine Resultate mit denen C. K. Hoffmann's übereinstimmen.

Fraglich ist nun, wie diese Veränderungen zu deuten sind, oder mit anderen Worten, ob sie die Folge der Nervendurchschneidung sind und in directem Zusammenhange mit derselben stehen.

Bei oberflächlicher Betrachtung scheint es allerdings, dass die Durchschneidung des Bulbus olfactorius die alleinige Ursache ist für den Zerfall der Riechzellen und es würde dieser experimentelle Beweis gut in Einklang zu bringen sein mit den durch die neuesten Untersuchungen für den Nervus olfactorius festgestellten Thatsachen, wonach jede Riechzelle oder bipolare Nervenzelle des Riechepithels in eine Olfactoriusfaser übergeht und einen einheitlichen isolirten Verlauf — jede einzelne für sich — bis zum Bulbus hat, wo sie alsdann mit freien Endverzweigungen endigt. Aber bei genauem Zusehen stellen sich dieser Auffassung erhebliche Schwierigkeiten entgegen. In erster Linie muss es auffallen, dass ein erhebliches Missverhältniss besteht zwischen der Degeneration der Riechzellen und derjenigen des Nervus olfactorius, wie man sich auf den verschiedensten Querschnitten in der Schleimhaut überzeugen kann. Wie sollte man sich den Untergang der Riechzellen erklären können bei der anatomischen Verbindung derselben mit den Riechnervenfasern, ohne dass letztere mit atrophiren? Weiterhin liesse sich die Atrophie der gesammten Schleimhaut, wie wir sie besonders in dem letzten Operationsfalle constatiren konnten, nicht deuten unter der Annahme, dass nach Durchschneidung des zugehörigen Nerven nur die Nervenendorgane zu Grunde gehen. Lassen demnach die Versuchs-

resultate eine Eindeutigkeit nicht zu, so müssen wir uns nach anderen Erklärungsgründen umsehen. Die Eindeutigkeit wird weiterhin noch gestört, abgesehen von den eben angegebenen Momenten, auch durch die verschiedene Localisation der Atrophien, welche bei scheinbar ganz gleichem Operationsverfahren, bei scheinbar gleicher Ausdehnung der Operation doch an verschiedenen Stellen der Riechschleimhaut verschieden gross, ja an einzelnen Stellen sogar sehr klein sein können.

Betrachten wir genauer das geübte Operationsverfahren, so handelt es sich hierbei nicht einfach um eine Nervendurchschneidung, sondern um die Exstirpation des Bulbus olfactorius, mit der gleichzeitig die Läsion gewisser, die Regio olfactoria versorgender Gefäße zusammenfällt und es betrifft die Verletzung die Arteria ethmoidalis posterior, welche nach den Angaben Krause's beim Kaninchen auf der oberen Fläche des Lobus olfactorius cerebri nach vorn verläuft, mittelst feiner Zweige in die Nasenhöhle gelangt und sich in der Gegend der Conchae posteriores verzweigt. Unter der Annahme, dass dieses aus der Carotis interna entstammende, für die Ernährung der Schleimhaut der Nasenhöhle und der Regio olfactoria ausserordentlich wichtige Gefäß bei der hier in Frage kommenden Operation stets zerstört wird, würden mit Leichtigkeit alle Störungen und die etwaigen Variationen innerhalb derselben sich erklären lassen. Je nach der Schnelligkeit, mit der sich ein genügender Collateralkreislauf entwickelt, kann alsdann die Atrophie innerhalb gewisser Grenzen schwanken und auch für die verschiedene Localisation der Veränderungen würden wir unter dem angeführten Gesichtspunkt einen passenden und genügenden Grund finden. Dass die Riechepithelien von allen Theilen der Schleimhaut zuerst in Mitleidenschaft gezogen werden, würde nur für die ausserordentliche Zartheit derselben und Vulnerabilität sprechen, wie wir dies auch schon bei der einfachen Conservirung der normalen Riechschleimhaut beobachteten. Dabei bedarf es wohl kaum des Hinweises, dass bei diesem Erklärungsversuche die Möglichkeit, es könnte ein nervöser Einfluss auch noch in Frage kommen, nicht ausgeschlossen ist und es wäre ja immerhin denkbar, dass ohne die Mitwirkung der Gefäße die Nervendurchschneidung allein die Atrophie der Riechzellen herbeiführen

könnte, während die Atrophie der übrigen Schleimhaut auf Kosten der Circulationsunterbrechung alsdann zu beziehen wäre. Aber unsere Versuchsanordnung ist, wie sich jetzt mit Sicherheit ergiebt, nicht in der Lage, letztere Möglichkeit zu beweisen. Hält man mit diesen eben am Nervus olfactorius gewonnenen Erfahrungen die negativen Resultate der Glossopharyngeus-Durchschneidung zusammen, so ergiebt sich wohl zur Evidenz, dass die Degenerationsmethode nicht verwertbar ist für das Studium der Nervenendigungen in den sensorischen Endapparaten und auch nicht beweiskräftig herangezogen werden kann für den Nachweis des Zusammenhangs gewisser Nerven mit gewissen Endorganen. Ich bin mir allerdings bewusst, dass die Durchschneidungsversuche am Nervus olfactorius und am Nervus glossopharyngeus, wie wir sie eben geschildert haben, streng genommen nicht pari passu zusammengestellt werden können, zumal, abgesehen von den bereits angeführten Unterschieden in der Operation selbst, beim Glossopharyngeus bekanntlich zwischen Nerv und Schmeckbecher noch Ganglienzellen in der Zungensubstanz eingelagert sind, welche den Ablauf der Degeneration in den Schmeckbechern hindern können, während beim Nervus olfactorius die anatomischen Verhältnisse durchaus andere sind. Aber, wie dem auch sei, geht aus meinen Versuchen, abgesehen von der Feststellung der hier in Frage stehenden Thatsachen, hervor, dass die Durchschneidungsversuche nicht so eindeutig aufgefasst werden dürfen, worauf ich besonders aufmerksam machen wollte.

L i t e r a t u r.

- v. Vintschgau und Hoenigschmied, Nervus glossopharyngeus und Schmeckbecher. Pflüger's Archiv. Bd. XIV. 1876.
- v. Vintschgau, Beobachtungen über die Veränderungen der Schmeckbecher nach Durchschneidung des Nervus glossopharyngeus. Pflüger's Archiv. Bd. XXIII. 1880.
- W. Krause, Die Terminalkörperchen der einfach sensiblen Nerven. Hannover 1860.
- Retzius, Biologische Untersuchungen. 1892. Neue Folge. IV. S. 32.
- Fussari et Panasci, Les terminaisons des nerfs dans la muqueuse et dans les glandes sereuses de la langue des mammifères. Archiv. italien. de Biologie. Tome XIV. p. 240.

- Hoffmann, Onderzoeken over den anatomischen bouw van de Membrana olfactoria en het peripherische nitende van den nerv. olfactorius.
Dissertat. Amsterdam 1867.
- Colasanti, G., Untersuchungen über die Durchschneidung des Nervus olfactorius bei Fröschen. Archiv von Reichert und du Bois Reymond. 1875.
- Exner, Untersuchungen über die Riechschleimhaut des Frosches. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 69. II. Abth. Januar 1871.
- Derselbe, Weitere Studien über die Riechschleimhaut bei Wirbelthieren. Sitzungsberichte d. Wiener Akad. Bd. 65. III. Abth. Januar 1872.
- Derselbe, Fortgesetzte Studien über die Endigungsweise der Geruchsnerven. Sitzungsberichte d. Wiener Akad. Bd. 75. III. Abth. October 1877.
- Krause, Anatomie des Kaninchens. Leipzig 1884. II. Aufl. S. 304 u. 253.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IX.

- Fig. 1. Schnitt durch das Septum narium. Regio olfactoria. Zeiss Ocular II, Obj. D. Kaninchen 28 Tage nach der Operation. a die Normalseite. b die Operationsseite, an der die Veränderungen deutlich sichtbar sind. c Knorpel. 1. äussere Schicht, sogenannte streifige Schicht. 2. Epithelkerne. 3. Kerne der Riechzellen. 4. Drüsen. 5. Querschnitt des Nervus olfactorius.
- Fig. 2. Schnitt durch das Septum narium, Regio olfactoria von dem Kaninchen, welches 68 Tage nach der Operation gelebt hat. Vergrösserung und Bezeichnung wie in Fig. 1. Die Schleimhaut ist im Ganzen atrophisch und hat in Folge der nicht gleichmässigen Atrophie und des Ausfalls der Elemente eine etwas wellenförmige Oberfläche.