

den Rundzellen die, so zu sagen, präparatorischen Elemente erkennen will, aus denen, durch Umwandlung in Spindeln und Verschmelzung, später die quergestreiften Muskelfasern hervorgehen. Das Wenige, was ich an Thatsächlichem in dieser Beziehung durch die mikroskopische Untersuchung feststellen konnte, habe ich oben mitgetheilt.

---

## VII.

### Ueber die Ursachen und das Wesen der nach der Durchschneidung des Trigeminus auftretenden Hornhautaffection.

Aus dem pathologischen Institute zu Breslau.

Von Dr. Senftleben,

Assistenzarzt im 1. schles. Grenadier-Regiment No. 10 zu Breslau.

---

Seit Magendie im Jahre 1824 zuerst seine Versuche über die intracraniale Durchschneidung des Trigeminus und deren Folgen für die Ernährungsverhältnisse des Auges veröffentlicht hat, ist dieses Experiment von verschiedenen Forschern wiederholt, und der Versuch gemacht worden, für die danach besonders an der Hornhaut auftretende Affection, welche durchweg für eine primäre Entzündung gehalten wird, eine gentigende Erklärung zu finden. Alle, mit Ausnahme von Snellen, kamen zu dem übereinstimmenden Resultat, dass es sich dabei um den unmittelbaren Einfluss gewisser in dem Trigeminus verlaufender Nervenfasern handele, deren Einwirkung durch die Durchschneidung dieses Nerven aufgehoben werde. Snellen dagegen vertrat die Ansicht, dass die Trigeminusdurchschneidung nur den einzigen mittelbaren Einfluss auf die Ernährung des Auges habe, dass dadurch der natürliche Schutz desselben verloren gehe, und in Folge dessen allerlei Schädlichkeiten ungehindert auf dasselbe einwirken könnten.

Am eingehendsten haben sich mit diesem Gegenstande auf Grund zahlreicher Versuche beschäftigt: v. Gräfe, Schiff, Snellen, Büttner und Meissner.

Gräfe<sup>1)</sup> beschreibt die nach der Trigeminusdurchschneidung auftretenden makroskopischen Veränderungen des Auges sehr genau: Unmittelbar nach der Operation springt der Bulbus sehr deutlich aus der Orbita hervor, die Iris verengt sich stark, die Cornea ist in den ersten Stunden nach der Durchschneidung vollkommen klar, nach einigen Stunden beginnt eine Trübung, die nach Verlauf von 24 Stunden schon sehr deutlich sichtbar ist. Bis zum dritten Tage hat die Opacität, zunächst der Lidspalte entsprechend vorschreitend, die ganze Hornhaut eingenommen, von da ab bekommt sie eine gelbliche Färbung und wird ganz undurchsichtig, immer dickere Borken von vertrocknetem Epithel und Secret sammeln sich auf der Cornea an; die Eiterfiltration nimmt zu, bis es zum Durchbruch der Descemet'schen Membran und zum Erguss von Eiter in die vordere Kammer kommt. Ein Durchbruch der Cornea nach Aussen und dessen Folgen treten nicht ein, selbst wenn die Thiere nach 6 bis 8 Wochen mit Vereiterung der Gesichtshälfte zu Grunde gehen.

Was die Conjunctivalgefässe anbelangt, so erfolgt nach 12 bis 18 Stunden eine bald stärkere bald schwächere Injection derselben, später auch die der subconjunctivalen Gefäßnetze, welche radiär gegen den Hornhautrand vorschreitend, diesen am 3. oder 4. Tage überschreiten und einen rothen Ring um das immer gelber werdende Exsudat in der Cornea bilden. Weiterhin tritt auch zwischen die subconjunctivalen Gefässe Exsudation ein, wodurch diese sich in einem wallartigen Ringe über das Niveau der Cornea erheben.

Die übrigen Theile des Auges bleiben vollkommen intact, selbst eine dünne Schicht Humor aqueus, wenn auch mit Eiterflocken vermischt, bleibt allemal noch übrig; das Auftreten einer Iritis ist nur selten.

Man könnte, meint Gräfe, geneigt sein, die wolkige, stets im Centrum zunächst auftretende Trübung der Hornhaut auf Vertrocknungserscheinungen in Folge mangelnder Thränenbefeuchtung zurückzuführen, dem sei aber nicht so, da nach Abtragung der Augenlider die Vertrocknungsphänomene lange nicht so schnell auftreten. Die Vertrocknung sei nur ein Factor für die Entstehung der Hornhautaffection, es müsse sich also im Wesentlichen um trophische Störungen handeln.

<sup>1)</sup> Archiv für Augenheilkunde. Bd. I. S. 206.

Schiff<sup>1)</sup> führt die nach Durchschneidung des Trigeminus am Auge auftretenden Veränderungen ausschliesslich auf den Einfluss der vasomotorischen Nerven zurück. Durch diese Operation würden die im Trigeminus verlaufenden vasomotorischen Nerven gelähmt, die unmittelbare Folge davon sei eine beträchtliche Erweiterung der Blutgefässer der Conjunctiva und Iris und diese rufe auch ohne Mitwirkung anderer Momente eine Entzündung der Hornhaut hervor. Später modifizierte er den gleich zu erwähnenden Snellen'schen Versuchen gegenüber seine Ansicht dahin, dass die Hornhauttrübung zwar keine unmittelbare gesetzmässige Folge der neuroparalytischen Hyperämie zu sein scheine, sondern dass bei deren Entstehung auch noch andere Momente mitwirkten, die Hyperämie aber, die in keinem Falle gänzlicher Durchschneidung des Trigeminus fehle, sei eine nothwendige Bedingung für das Entstehen der Augenentzündung, denn nur bei ihrer Gegenwart sei das Auge geneigt, durch verhältnissmässig unbedeutende Reize in Entzündung zu gerathen. Snellen, der, wie schon erwähnt, die nach Trigeminusdurchschneidung auftretende Hornhautaffection für eine rein traumatische Entzündung hält, stützt diese seine Ansicht auf zwei Versuche, in denen es ihm gelang, durch Verschluss der Augenlider und Vornähen des Ohrlöffels das Auftreten der Entzündung, das eine Mal 5 Tage, das zweite Mal 10 Tage hintenan zu halten; in beiden Fällen trat die Entzündung erst ein, als das Auge durch das Abfallen der Nähte seines künstlichen Schutzes beraubt war. Samuel führt das Ergebniss dieser beiden Snellen'schen Versuche als Beweis für das Vorhandensein besonderer trophischer Nerven an; nach seinen Experimenten rufe weder Lähmung noch Reizung vasomotorischer Nerven jemals Ernährungsstörungen hervor; der Zustand verminderter Widerstandsfähigkeit oder erhöhter Reactionsfähigkeit der Gewebe, den Schiff als Folge der Lähmung vasomotorischer Nerven ansieht, sei vielmehr die Folge der Durchschneidung trophischer Nerven.

Um diese Controverse über die Ursachen der nach der Trigeminusdurchschneidung eintretenden Augenentzündung zu entscheiden, hat Büttner<sup>2)</sup> unter Mitwirkung von Meissner diese Operation an einer grossen Anzahl von Thieren, ausschliesslich Kanin-

<sup>1)</sup> Untersuchungen zur Physiologie des Nervensystems.

<sup>2)</sup> Ueber die nach Durchschneidung des Trigeminus auftretenden Ernährungsstörungen am Auge und anderen Organen. Zeitschr. f. ration. Medicin (3) XV.

chen, wiederholt und zwar hat er vier Reihen von Versuchen angestellt. Die erste Versuchsreihe sollte nur die Erscheinungen, wie sie nach der Trigeminusdurchschneidung auftreten, zur Anschauung bringen, die Thiere wurden nach der Operation ohne Schutz des betreffenden Auges sich selbst überlassen; der Effect war derselbe, wie ihn Gräfe geschildert; zwei der Thiere überlebten die Operation fast ein volles Jahr.

In der zweiten Versuchsreihe wurden den Thieren nach der Operation die Augenlider zugenäht, die Hyperämie, die Conjunctivitis und Keratitis blieben nicht aus, diese Erscheinungen entwickelten sich nur etwas langsamer, als bei freiem Auge.

Für die dritte Reihe von Versuchen wurde das Verfahren von Snellen befolgt. Die Hyperämie der Conjunctiva und die Trübung der Hornhaut blieben gleichfalls nicht aus, und waren diese eingetreten, so nahm die Entzündung auch ihren gewöhnlichen Verlauf; der einzige Unterschied war der, dass sich die ersten Spuren der Augenaffection nicht sobald nach der Trigeminusdurchschneidung, wie es sonst der Fall zu sein pflegt, einstellten.

Um nun das Auge auf eine noch sicherere Weise vor äusseren Insulten zu schützen, schlug Büttner folgendes Verfahren ein: Nachdem er alle in der Umgebung des Bulbus befindlichen längeren Haare sorgfältig abgeschnitten hatte, befestigte er vor dem offenen Auge eine Glaskapsel, so dass er, ohne die Kapsel zu entfernen, die am Auge auftretenden Veränderungen vollkommen übersehen konnte. Das Ergebniss dieser Versuchsreihe war nun das, dass, sobald die schützende Kapsel gut befestigt blieb, und dadurch alle äusseren Reize fern gehalten wurden, weder eine Trübung der Hornhaut, noch eine Hyperämie der Conjunctiva zu Stande kam.

Auf diese Weise konnte das Eintreten der entzündlichen Erscheinungen beliebig lange hintenangehalten werden, so in einem Falle 14 Tage lang. Sobald danach die Kapsel wieder entfernt wurde, trat schon nach einigen Stunden in der bekannten Weise Conjunctivitis und Hornhauttrübung ein, der Verlauf derselben war nur etwas langsamer als gewöhnlich.

Da durch die Section in fast allen Fällen die vollständige Durchschneidung des Trigeminus constatirt wurde, so war durch diese Versuche bewiesen, dass es sich in der That nur um die Abhängigkeit äusserer Reize handelte. Es fragte sich nun, ob daraus mit Snellen

der Schluss gezogen werden sollte, dass es sich bei der nach der Trigeminusdurchschneidung auftretenden Hornhautaffection um eine rein traumatische Keratitis handele oder nicht. — Diese Frage glaubt Büttner entschieden verneinen zu müssen, da es sich experimentell nachweisen lasse, dass die Lähmung der Sensibilität des Auges nicht hinreicht, damit sich jene Augenentzündung entwickele, wie sie bei vollständiger Durchschneidung des Trigeminus an dem nicht geschützten Auge stets auftritt, sondern dass es dabei vor allem auf die Lähmung gewisser Nervenfasern ankommt, welche einen directen Einfluss auf die Ernährung des Auges haben. Büttner stützt diese Ansicht auf zwei Versuche, in denen die Cornea vollkommen ästhetisch war, in denen aber keinerlei Erscheinungen an den Augen sich entwickelten, wiewohl dieselben vollkommen ohne Schutz gelassen worden waren und wiewohl die betreffenden beiden Thiere sich unter vollkommen denselben Bedingungen befanden, wie andere, bei denen die Affection nicht ausblieb. Die Section ergab bei letzteren vollkommene Durchschneidung des Trigeminus, während bei jenen beiden Thieren der Ramus ophthalmicus nur angeschnitten und eine kleine untere Portion desselben unversehrt geblieben war. (Ich will gleich hier bemerken, dass das, was Büttner als Ramus ophthalmicus bezeichnet, nicht dieser allein, sondern der zu einem Stamm vereinigte erste und zweite Ast des Trigeminus ist, und dass nur aus dem kleineren oberen Theile dieses Stammes der Ramus ophthalmicus hervorgeht, während die bei weitem grössere, untere Portion dem Ramus maxillaris superior angehört.)

In diesem stehengebliebenen unteren Theile, meint nun Büttner, verliefen Fasern für das Auge, von denen nicht die Sensibilität desselben abhängt, welche vielmehr einen directen Einfluss auf die Ernährungsvorgänge der Conjunctiva und Cornea haben, und welche gelähmt sein müssen, wenn die bekannte Hyperämie und Entzündung des nicht geschützten Auges eintreten soll. Die Lähmung dieser Fasern an sich rufe zwar nicht unmittelbar eine Ernährungsstörung des Auges hervor, versetze dasselbe aber in einen Zustand „verminderter Widerstandsfähigkeit“, vermöge dessen schon solche Reize, die auf dem in seiner Widerstandsfähigkeit nicht geschwächten Auge keine Entzündung hervorrufen, hinreichen, um die bekannte Affection herbeizuführen. Daher sei die Gefühllosigkeit des Auges höchst wahrscheinlich auch von untergeordneter,

vielleicht gar keiner Bedeutung für die Entwicklung der neuroparalytischen Entzündung, denn die Träumen, welche hinreichen, bei verminderter Widerstandsfähigkeit Entzündung zu veranlassen, würden auch bei erhaltener Sensibilität schwerlich abgewehrt oder entfernt werden.

Eine Bestätigung dieser Behauptung sieht Büttner auch in den an den Lippen und der Mundschleimhaut nach der Trigeminusdurchschneidung auftretenden Affectionen, es seien dies diejenigen Schleimhautpartien, welche sich beim Fressen an den Rändern der Vorderzähne reiben. Die gesunde Schleimhaut nehme keinen Schaden bei der Reibung an den Zahnrändern, für die ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Reize beraubten Schleimhaut dagegen werde jene gewohnte Reibung zu einer Entzündungsursache.

Für diese von Büttner aufgestellte Ansicht tritt Meissner<sup>1)</sup> später noch einmal ein und stützt dieselbe durch ein neues Argument. Er wollte die gewöhnliche Durchschneidung des Trigeminus ausführen; die Operation misslang, die Sensibilität des Auges blieb intact. Bei einem zweiten Thiere gelang die Operation vollkommen; beide Thiere wurden in denselben Behälter gesperrt.

Es trat das völlig Unerwartete und höchst Ueberraschende ein, dass ganz genau gleichzeitig und ganz in derselben Weise sich das Auge der operirten Seite bei beiden Thieren trübte, injicirte und entzündete. Dabei war und blieb das Auge des zuerst operirten Thieres vollkommen empfindlich; auch der weitere Verlauf der Entzündung war bei beiden Thieren ganz derselbe.

Nach acht Tagen wurden beide Thiere getötet und die Trigemini sorgfältig untersucht. Bei dem zuletzt operirten Thiere fand sich der vereinigte erste und zweite Ast ganz vollständig durchschnitten, bei dem anderen Thiere dagegen zeigte es sich, dass der Nerv nur an seinem medialen Rande eine seichte Verletzung erlitten hatte, der bei weitem grösste Theil der Nerven aber völlig unversehrt geblieben war.

In diesem Falle war nahezu dieselbe Partie des vereinigten ersten und zweiten Trigeminiastes verletzt worden, welche in den Büttner'schen Fällen unversehrt blieb, und während in diesen trotz vollkommener Anästhesie des Auges die Affection der Hornhaut ausblieb, trat sie in dem Meissner'schen Falle ganz in der

<sup>1)</sup> Zeitschrift f. ration. Medicin. III. Reihe. Bd. XXIX.

bekannten Weise ein, wiewohl die Sensibilität des Auges vollkommen erhalten war. Diese zufällige Erfahrung, meint Meissner, sei ein Beweis mehr dafür, dass für das Zustandekommen der sogenannten neuroparalytischen Augenentzündung nach Durchschneidung des Trigeminus, die Anästhesie des Auges von keiner nothwendigen und wesentlichen Bedeutung sei, und gestatte die Annahme, dass es sich dabei um Lähmung von solchen Nervenfasern handele, welche im engeren Sinne den Namen trophischer Fasern verdienen würden.

Wie die Sachen biernach liegen, so bedarf die Frage nach der Ursache für die Entstehung der nach der Trigeminusdurchschneidung auftretenden Hornhautaffection zu ihrer endgültigen Entscheidung noch weiterer Untersuchungen.

Ich bin deshalb sehr gern auf den Vorschlag des Herrn Professor Cohnheim eingegangen, diese Versuche zu wiederholen und ganz besonders die mikroskopische Untersuchung, die bisher noch gar nicht angewendet worden zu sein scheint, für diese Frage zu verwerthen.

Die nachstehende Arbeit habe ich im hiesigen pathologischen Institut unter der gütigen Leitung des Herrn Professor Cohnheim ausgeführt, dem ich an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen, nicht unterlassen will.

Zu meinen Versuchen verwendete ich ausschliesslich Kaninchen, und habe die Operation an etwa 40 dieser Thiere ausgeführt. Ich bediente mich dazu des Bernard'schen Neurotoms mit zwei Modificationen, einmal liess ich nach dem Vorgang des Herrn Professor Heidenhain zur sicheren Vermeidung der so gefährlichen Gefässverletzungen die Spitze des Messerchens mit einem kleinen Knöpfchen versehen und glaube gerade dieser Veränderung das verhältnissmässig günstige Resultat der Operationen — ich verlor nur 7 Thiere an den Folgen derselben — zuschreiben zu können, zweitens liess ich die Schneide des Messerchens, in welche der dünne Stiel ausläuft, wie es auch Büttner that, beträchtlich verkürzen, weil sonst, besonders bei kleineren Thieren, während die Spitze des Messerchens schon den Nerven erreicht hatte, das Ende der Schneide noch in der schmalen Oeffnung der Schläfenbeinschuppe lag und die zur Beendigung der Operation nothwendige Wendung des Messerchens um 90 Grad verhinderte.

Nachdem ich mit einem anderen spitzigen Messerchen in der

Mitte zwischen der Insertion des knorpeligen Gehörganges und dem hinteren Augenwinkel etwas unterhalb der Höhe desselben eine kleine schlitzförmige Oeffnung in die Schläfenbeinschuppe gemacht hatte, führte ich durch dieselbe das Neurotom in die Schädelhöhle ein, wendete dasselbe sogleich etwas nach abwärts und schob es, so lange an der Schädelbasis tastend vor, bis das laute Schreien des Thieres erkennen liess, dass der Trigeminus berührt war. Als dann wurde das Neurotom um 90 Grad gewendet und der Nerv durchschnitten und danach die Klinge wieder horizontal gerichtet aus der Schädelhöhle entfernt. Durch diese Schnittführung traf ich stets auf den in einer Länge von etwa 1 Cm. auf der Schädelbasis nach vorn verlaufenden vereinigten ersten und zweiten Ast des Trigeminus, ein Umstand, der, wie sich später zeigen wird, von wesentlichem Belang für die Beurtheilung der von Büttner und Meissner vertretenen Ansicht ist.

Als Beweis dafür, dass die Operation gelungen war, wurden jedesmal als die unmittelbaren Folgen derselben eine sehr deutliche Prominenz der Bulbus, eine starke Verengerung der Iris und absolute Anästhesie des Auges beobachtet.

Es zeigte sich nun, dass in keinem der von mir operirten Fälle, wiewohl in mehreren derselben grössere oder kleinere Partien des Nervenstamms stehen geblieben waren, die Folgen der Trigeminusdurchschneidung ausblieben, wenn das betreffende Auge ohne Schutz gelassen wurde. Nach 10—12 Stunden war jedesmal schon eine deutliche circumscripte Trübung der Hornhaut vorhanden, dieselbe hatte aber nicht, wie es v. Gräfe als Regel beschreibt, ihren Sitz auf der höchsten Prominenz des Bulbus, sondern die Stelle der primären Affection wechselte, meistens war sie dem vorderen Augenwinkel näher, als dem hinteren, in einzelnen Fällen traten gleichzeitig zwei von einander durch vollkommen klare und durchsichtige Hornhautpartien getrennte Trübungen auf. Diese primäre Trübung erreichte niemals von vornherein an irgend einer Stelle die Peripherie der Hornhaut, erst einige Stunden nach dem deutlichen Sichtbarwerden der primären Affection konnte man beobachten, dass sich die Hornhaut von der Peripherie her, und zwar stets am frühesten und stärksten von dem Theile derselben, welcher der Trübung am nächsten lag, allmählich nebelartig diffus zu trüben begann.

Was das Verhalten der Iris anbelangt, so habe ich in zwei Fällen constatiren können, dass die Verengerung derselben bis zum Tode der Thiere anhielt, in allen übrigen Fällen trat schon sehr bald nach der Operation, in der Regel schon nach 10—15 Minuten wieder eine allmähliche Erweiterung ein, bis nach Verlauf von 24 Stunden die Iris eine mittlere Weite angenommen hatte und nunmehr oft erheblich weiter war, als auf der nicht operirten Seite. Besonders auffallend trat dies unmittelbar nach der Tödtung des Thieres hervor, die Iris der operirten Seite behielt ihre mittlere Weite unverändert bei, während die der anderen Seite sich stark verengte, so dass jetzt fast ganz genau das umgekehrte Verhältniss vorhanden war, wie unmittelbar nach der Durchschneidung des Nerven.

Diese meine Beobachtungen stimmen mit denen der Autoren überein, von denen die einen angeben, dass die Pupille nach der Trigeminusdurchschneidung eng bleibe, während die anderen, so besonders Gräfe und Schiff darauf aufmerksam machen, dass diese Verengerung nur eine vorübergehende sei. Letztere beiden Autoren befinden sich aber wieder insofern im Widerspruch, als v. Gräfe angiebt, dass die Iris, nachdem sie sich wieder erweitert, nur äusserst träge reagire, während Schiff behauptet, dass die Reaction derselben eine vollkommen normale bleibe. Ich habe in dieser Beziehung bei meinen Versuchen genau auf das Verhalten der Iris geachtet und kann danach die Angaben Gräfe's nur vollkommen bestätigen, ja mir schien es sogar, als ob in den meisten Fällen gar keine Reactionsfähigkeit mehr vorhanden war, die Iris befand sich in einer vollkommenen Gleichgewichtslage.

Es erklären sich diese Verschiedenheiten der Beobachtungen, glaube ich, sehr einfach dadurch, dass in der Mehrzahl der Fälle zugleich mit dem Trigeminus auch der Oculomotorius durchschnitten wird. Diese verläuft nehmlich so unmittelbar an dem oberen Rande des Trigeminus entlang, dass es, wenn letzterer ganz durchschnitten ist, fast als ein Zufall gelten muss, wenn jener unversehrt bleibt.

Zunächst kam es mir nun darauf an, zu constatiren, durch welche Vorgänge die primäre Trübung der Hornhaut zu Stande komme. Ich tödte deshalb die ersten Thiere so frühzeitig als möglich, 12—16 Stunden nach der Operation, wo jedesmal schon eine deutliche Trübung zu constatiren war. Der grössere Theil der

Hornhäute wurde mit Goldchlorid und der von Bastian-Pritchard angegebenen Reductionsflüssigkeit behandelt, der kleinere Theil mit Hämatoxylin gefärbt, eine Combination beider Färbemethoden ergab keine brauchbaren Bilder. Durch Benutzung des von Leiser in Leipzig angefertigten und von Weigert verbesserten Mikrotoms war es mir möglich, feine Flächenschnitte durch eine ganze Hälfte der Hornhaut, an deren Peripherie auch noch ein schmaler Streifen der Selera stehen gelassen wurde, zu gewinnen und so leicht einen Ueberblick über das Verhältniss der an der Peripherie auftretenden Vorgänge zu der primären Hornhautaffection zu erhalten. In der Regel theilte ich die Stelle der primären Trübung, welche sich, wenn die Hornhaut in Goldchlorid gelegen hatte, stets durch ihre bedeutend intensivere Färbung von der Umgebung sehr scharf absetzte, mit einem Rasirmesser in zwei Hälften und benutzte die eine zur Anfertigung von Querschnitten, die andere zur Gewinnung von Flachschnitten; diese zweite Hälfte wurde an der Peripherie durch einige Scheerenschnitte eingekerbt, mit Gummi arab. auf Kork aufgeklebt und, wenn dieses erhärtet war, in die Klammer des Mikrotoms eingefügt.

Was bei dem ersten Blick in das Mikroskop sofort auffallen musste, war der Umstand, dass es sich bei der Entwicklung der primären Hornhauttrübung nicht um einen entzündlichen Vorgang handelt, sofern wir mit Cohnheim in der Anwesenheit abnorm zahlreicher Eiterkörperchen in der Cornea das Kriterium der Keratitis sehen, sondern dass diese Trübung durch Veränderungen des Hornhautgewebes selbst zu Stande kommt.

Im Bereich der Trübung waren so gut wie gar keine Eiterkörperchen sichtbar, die Trübung markirte sich vielmehr an den mit Gold behandelten Präparaten dadurch, dass in der Ausdehnung derselben die Grundsubstanz, was man an den Schnitten auch schon makroskopisch wahrnehmen konnte, sehr undurchsichtig erschien und sich dunkelbläulichroth gefärbt hatte, während die Umgebung vollkommen durchsichtig und ganz blass geblieben. Durch diese Unterschiede setzte sich die Trübung nach allen Seiten der Peripherie scharf von der normalen Umgebung ab. Nach der Richtung in die Tiefe der Hornhautsubstanz ist die Abgrenzung keine so scharfe, hier dringt sie an den einzelnen Stellen verschieden tief ein, bald nur 2—4, bald 10 und mehr Lamellen umgreifend, in

der Art, dass die Grenze durch eine wellenförmig gekrümmte Linie dargestellt wird.

Die Hornhautkörperchen erscheinen in diesem Bereich zunächst, wenn die Thiere schon 12—24 Stunden nach der Operation getötet wurden, undeutlich und gegen die Grundsubstanz nicht so scharf abgegrenzt, wie unter normalen Verhältnissen, von ihren feinen Ausläufern ist in der Regel nichts zu sehen. Ist der Prozess älter als 24 Stunden, so ist von den Hornhautkörperchen gar nichts wahrzunehmen; man sieht nur eine homogene röthlich oder bläulich roth gefärbte Masse, während in der normal hellen und normal gefärbten Umgebung die Hornhautkörperchen mit voller Schärfe hervortreten. Findet man in dieser homogenen Masse inselförmige Gruppen deutlich sichtbarer Hornhautkörperchen, so sind dies jedesmal solche Flächenschnitte, die aus tieferen Schichten der Hornhaut kommen, in denen Stellen getroffen sind, an welchen der Prozess nicht so weit in die Tiefe gegriffen hatte, als an der Umgebung.

An dem Epithel der Hornhaut sind ähnliche Veränderungen wahrnehmbar. In denjenigen Präparaten, welche 12—14 Stunden nach der Nervendurchschneidung gewonnen waren, ist das Epithel zwar in der Regel noch erhalten, aber von dem der normalen Umgebung scharf abgegrenzt. Während das normale Epithel bei der Goldfärbung eine rothe Farbe annimmt, und die Kerne desselben deutlich sichtbar sind, ist das Epithel im Bereich der primären Trübung meist intensiv blauroth gefärbt und in eine homogene Masse verwandelt, an der von den Kernen nichts zu sehen ist; öfters hat sich das so veränderte Epithel, während es an der Peripherie noch in Verbindung mit dem normalen Epithel bleibt, von dem darunter liegenden Stroma schon abgelöst.

War der Prozess älter als 24 Stunden, so zeigte es sich fast ausnahmslos, dass das Epithel im Bereich der Hornhauttrübung fehlte. An den Nerven der Hornhaut habe ich eine Veränderung nicht nachweisen können.

Bei Anwendung der Hämatoxylinfärbung traten dieselben Verhältnisse zu Tage. Durch Hämatoxylin werden bekanntlich nur die Kerne der fixen Hornhautkörperchen gefärbt, diese zeigen dabei sehr verschiedene Formen und erscheinen intensiv blau, während die Grundsubstanz gar nichts oder nur sehr wenig von dem Farbstoff annimmt.

Im Bereich der Hornhauttrübung fehlen nun auch bei dieser Färbungsmethode die Kerne vollkommen und die Grundsubstanz erscheint diffus blau gefärbt, dunkler als die normale Hornhautsubstanz, aber bedeutend weniger dunkel, als die in der normalen Umgebung sichtbaren Kerne, so dass diese, wenn sie im Bereich der Trübung überhaupt vorhanden wären, auch in der dunkler als normal gefärbten Grundsubstanz noch sehr scharf hervortreten müssten.

Ganz anders verhält es sich mit der secundären, nebelartig von der Peripherie her auftretenden Trübung. Diese kommt durch eine ächte Entzündung zu Stande, und wird demgemäß durch eine massenhafte Einwanderung von weissen Blutkörperchen in die Substanz der Hornhaut bedingt; diese selbst betheiligt sich dabei in keiner Weise. Die Einwanderung findet auf denselben Wegen statt, wie dies Cohnheim in seinen Untersuchungen über Entzündung beschrieben hat. Die Eiterkörperchen schieben sich in den Interfibrillärspalten reihenweise hintereinander angeordnet gegen die primäre Trübung hin vor, am schnellsten und intensivsten geschieht dies stets von denjenigen Stellen der Hornhautperipherie aus, welche der primären Hornhautaffection zunächst liegen; an diese herangelangt, stauen sie sich an und umgeben diese schliesslich in dichten Mengen, so dass man den Eindruck gewinnt, die Wege, welche den wanderlustigen Eiterkörperchen bis dahin offen standen, seien ihnen durch die im Bereich der primären Trübung stattgehabten Veränderungen der Hornhautsubstanz verlegt worden.

Aus der verschiedenen Länge des Weges, welchen die Eiterkörperchen zu durchwandern haben, erklärt es sich, dass die primäre Hornhauttrübung öfters an einzelnen Stellen schon von dichten Mengen Eiterkörperchen umgeben ist, während andere Theile ihrer Peripherie von denselben noch nicht erreicht sind. In den frühesten Stadien sieht man nur von den der Trübung zunächst gelegenen Conjunctivalgefässen aus Eiterkörperchen in die Hornhaut eintreten, von Stunde zu Stunde schreiten diese weiter vor, während nun auch an den übrigen entfernteren Theilen der Hornhaut die Einwanderung beginnt. Nach Verlauf von 48 Stunden ist in der Regel die primäre Hornhauttrübung in ihrem ganzen Umfange von dichten Mengen Eiterkörperchen umgeben.

In einzelnen Fällen habe ich ferner constatiren können, dass auch von vorn her aus dem Conjunctivalsack Eiterkörperchen in

die Hornhaut hineingelangen. Dass eine solche Einwanderung möglich ist und wirklich vorkommt, hat Cohnheim bewiesen. Auf seinen Rath brachte ich bei mehreren Thieren, nachdem sich die Hornhauttrübung in der gewöhnlichen Weise entwickelt und das Epithel über derselben abgestossen hatte, Zinnober in den Conjunctivalsack und nähte die Augenlider zu; nach 24 Stunden tödtete ich die Thiere. Es stellte sich heraus, dass in zwei Fällen eine sehr beträchtliche Menge von Zinnober in die Cornea eingedrungen war; die zahlreichsten und grössten Partikelchen lagen neben den fixen Hornhautkörperchen und in den Lymphscheiden der grösseren Nervenzweige; ganz kleine Partikelchen fanden sich vielfach in Eiterkörperchen eingeschlossen in den Interfibrillärspalten. In anderen Fällen war nur wenig Zinnober in die Hornhaut hineingelangt und lag nur in einzelnen Körnchen in der nächsten Nähe der Hornhauttrübung. In allen diesen Fällen war aber stets die Einwanderung der Eiterkörperchen aus dem Conjunctivalsacke eine geringfügige im Gegensatz zu der enormen Menge von Eiterkörperchen, welche von der Peripherie der Cornea her in diese eindrangen.

Dauert der Entzündungsreiz längere Zeit an, d. h. lässt man die Thiere mehrere Tage am Leben, so sind es wieder die Gefäße desjenigen Conjunctivalabschnittes, welcher der Trübung am nächsten liegt, von denen aus sich zuerst ein äusserst zierlicher vasculöser Pannus auf die Hornhaut übergreifend, entwickelt.

Es fragt sich nun, wodurch die primäre Hornhauttrübung zu Stande kommt. Ist es die durch fast vollständige Aufhebung des Lidschlages bedingte Verdunstung, ist es ein directer Nerveneinfluss, sind es die das Auge wegen seiner Anästhesie treffenden Traumen, oder sind es alle diese Factoren zusammen, durch welche das Auftreten der Hornhautaffection bedingt wird?

Dass die Verdunstung allein es nicht ist, wodurch jene Veränderungen an der Hornhaut hervorgerufen werden, das hat schon Gräfe betont, indem er darauf hinwies, dass nach Abtragung der Augenlider, wodurch doch eine Befeuchtung der Hornhaut mit Thränenflüssigkeit gänzlich ausgeschlossen werde, die Hornhauttrübung lange nicht so schnell eintrate, als nach Durchschneidung des Trigeminus.

Büttner benutzte, um den Einfluss der Verdunstung zu bestimmen, zum Schutz des Auges an Stelle der oben beschriebenen

Glaskapsel eine Kapsel aus feinem Drahtnetz, durch welche die Verdunstung nicht wesentlich beschränkt werden konnte. Das betreffende Auge blieb mehrere Tage ganz normal, dann aber trat in der gewöhnlichen Weise Hornhauttrübung und Hyperämie ein. Büttner schliesst daraus, dass hier die Ernährungsstörung am Auge erst so spät begann, bezüglich der Verdunstung, dass diese für das Zustandekommen der Affection nicht von grossem Einfluss zu sein scheine.

Ich habe bei allen meinen Versuchen zum Schutz für das operirte Auge auf Cohnheim's Rath die aus ziemlich weitmaschigem Draht gefertigten Deckel von Tabakspfeifen benutzt, die sich dazu ganz besonders gut eignen, da sie ohne jede andere Vorrichtung einfach mit einigen Nähten über dem Auge befestigt werden können.

Bei Anwendung dieses Schutzmittels für das Auge, bei dem von Verbinderung der Verdunstung doch vollends nicht die Rede sein kann, habe ich in keinem Falle, auch wenn ich die Thiere Wochen lang am Leben liess, das Eintreten der Hornhautaffection beobachtet, so dass hiernach der Einfluss der Verdunstung, auf den neuerdings auch Eberth<sup>1)</sup> wieder für das Zustandekommen der neuroparalytischen Keratitis Gewicht legt, vollkommen ausgeschlossen werden muss.

Sehr viel weniger leicht ist die Frage zu entscheiden, inwieweit für das Zustandekommen der Hornhauttrübung der Einfluss gewisser im Trigeminus verlaufender Nervenfasern von Bedeutung ist.

Wie schon erwähnt, wird von Schiff die Ansicht vertreten, dass es sich lediglich um die Einwirkung vasomotorischer Nervenfasern handele, während die meisten anderen Autoren und mit ihnen Büttner und Meissner zu dem Resultat kommen, dass die durch die Durchschneidung des Trigeminus aufgehobene Wirkung solcher Nervenfasern, welche auf die Ernährung der Hornhaut einen directen Einfluss ausüben, es sei, durch welche die Hornhauttrübung hervorgerufen werde.

Die Ansicht Schiff's, dass nach vollständiger Durchschneidung des Trigeminus unter allen Umständen, auch wenn das Auge vor äusseren Insulten geschützt werde, eine neuroparalytische Hyperämie

<sup>1)</sup> Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1873. S. 502.

eintrete, und dass diese eine nothwendige Bedingung für das Entstehen der Hornhautaffection sei, d. h. dieser vorausgehen müsse, hat schon Büttner richtig gestellt, indem es ihm durch vollkommenen Schutz des Auges mittelst einer Glaskapsel gelang, jede dauernde Hyperämie beliebig lange fern zu halten. Ich habe dieselbe Beobachtung bei meinen Versuchen bestätigt gefunden. Unmittelbar nach der Operation, nachdem das Auge auf seine Unempfindlichkeit geprüft worden war, zeigten sich zwar besonders am Rectus superior und inferior öfters einzelne stärker als normal gefüllte Gefäßästchen, wurde aber alsbald der Pfeifendeckel vor dem Auge befestigt, so bildete sich diese geringfügige Gefässerweiterung in der Regel vollständig zurück, es kam zu keiner anhaltenden Hyperämie. In einzelnen Fällen, wo die Kaninchen in besonders engem Raume und demzufolge in staubiger, unreiner Atmosphäre sich befanden, kam es zwar zur Entwicklung einer leichten Conjunctivitis mit vermehrter Schleimsecretion; eine Trübung der Hornhaut trat aber trotzdem niemals ein. Hier war augenscheinlich die Conjunctivitis nur durch den Reiz der in den Conjunctivalsack gelangten Schmutz- und Staubpartikelchen bedingt, denn die Entzündung bildete sich später wieder zurück, sobald die Thiere günstiger untergebracht worden waren.

Ist es sonach erwiesen, dass das Eintreten der Hyperämie nach Durchschneidung des Trigeminus verhindert werden und andererseits eine Conjunctivitis sich entwickeln kann, ohne in ihrem Gefolge eine Hornhautaffection herbeizuführen, so muss die Schiff'sche Hypothese unhaltbar erscheinen.

Die Frage über die Einwirkung trophischer Nervenfasern bei dem Zustandekommen der nach der Trigeminusdurchschneidung auftretenden Hornhautaffection beantworten, wie wir oben gesehen haben, Büttner und Meissner im Sinne Samuel's dahin, dass jene neuroparalytische Augenentzündung zwar eine traumatische ist, aber durch soleche Traumen bewirkt, die für das normale Gewebe keine Traumen sind, an dem in seiner Widerstandsfähigkeit geschwächten Auge aber schon Entzündung hervorzurufen vermögen. Derartige geringfügige Traumen seien Staub, feine Härchen, Heu- und Strohtheilchen etc., welche in den Regionen, wo das Kaninchen sich aufhält, stets in grosser Menge vorhanden seien.

Die Herabsetzung der Widerstandsfähigkeit des Auges werde

bedingt durch die Durchschneidung solcher im unteren resp. medialen Theile des vereinigten ersten und zweiten Trigeminusastes verlaufenden Nervenfasero, welche einen directen Einfluss auf die Ernährungsvorgänge der Cornea und Conjunctiva haben.

Den ersten Satz dieser Behauptung, dass nehmlich für das Zustandekommen der nach der Trigeminusdurchschneidung auftretenden Hornhautaffection die Einwirkung eines Traumas unter allen Umständen erforderlich ist, habe ich durch meine Experimente vollkommen bestätigt gefunden, auch ich habe das Auftreten der primären Hornhautaffection durch entsprechenden Schutz des Auges beliebig lange verhindern können. Sobald der Pfeifendeckel entfernt wurde, oder, was mir einige Male passirte, die Nähte, vermittelst deren derselbe befestigt war, nach Verlauf einiger Tage, wenn es verabsäumt wurde, dieselben rechtzeitig zu erneuern, durchitterten und der Pfeifendeckel sich zurückschlug, so trat jedes Mal nach Verlauf mehrerer Stunden die gewöhnliche Hornhauttrübung ein. Hiernach kann es also keinem Zweifel unterliegen, dass die Ursache jener Hornbautrübung in einem Trauma zu suchen ist, welches sofort zur Geltung kommt, wenn das gefühllose Auge ohne Schutz bleibt.

Es fragt sich demnach nun, wie es sich mit dem zweiten Theile obiger Behauptung verhält. Entsteht wirklich in Folge Durchschneidung sogen. trophischer Nervenfasern eine grössere Vulnerabilität der Hornhaut und handelt es sich bei dem Zustandekommen der Hornhautaffection in der That nur um solche Traumen, die für das in seiner Widerstandsfähigkeit nicht herabgesetzte Auge keine Traumen sind, so musste sich zunächst experimentell nachweisen lassen, dass bei Einwirkung gleicher Traumen auf beide Augen eines einseitig operirten Thieres entweder der Effect des Traumas auf der nicht operirten Seite ganz ausblieb — wenn es sich nehmlich um ein solches Trauma handelte, welches auf dem intacten Auge keine sichtbare Veränderungen hervorruft — oder es mussten sich Differenzen entwickeln der Art, dass dasselbe Trauma, welches schon auf dem gesunden Auge einen deutlich wahrnehmbaren Effect hervorrief, auf dem in seiner Widerstandsfähigkeit herabgesetzten Auge einen sehr viel intensiveren Prozess bedingte.

Schon meine ersten Versuche zeigten, dass zu dem Zustandekommen der Hornhautaffection mehr erforderlich ist, als der ge-

ringfügige Reiz eines Härchens oder eines Strohhalms, den Büttner durch seine Glaskapsel so sorgfältig fern halten zu müssen glaubte. Ich habe zum Schutz des Auges der operirten Seite, wie schon erwähnt, stets nur das weitmaschige Drahtnetz der Pfeifendeckel benutzt, durch welches Staub- und Schmutztheilchen, Härchen und Strohhalme ungehindert hindurch gelangen konnten, und dennoch genügte diese Art und Weise des Schutzes in allen meinen Fällen vollkommen, um das Zustandekommen der Hornhautaffection sicher hintenanzuhalten.

Ich ging nun weiter daran, Traumen ausfindig zu machen, welche auf dem Auge der operirten Seite einen Effect hervorrufen sollten, während das Auge der nicht operirten Seite frei blieb, indem ich auf beide Augen unter möglichst gleichen Verhältnissen dieselben Schädlichkeiten einwirken liess und alsdann das anästhetische Auge durch einen Pfeifendeckel vor weiteren Insulten schützte; das andere Auge genoss zwar diesen Schutz durch seine Sensibilität, um aber alle Einwendungen in dieser Beziehung von vornherein fern zu halten, habe ich der vollkommenen Gleichmässigkeit wegen in mehreren Fällen auch das Auge der nicht operirten Seite durch einen Pfeifendeckel geschützt.

Ich insultirte zunächst die Hornhäute beider Augen einseitig operirter Thiere dadurch, dass ich sie wiederholt mit einem Haarpinsel bestrich, es erfolgte darauf keinerlei Effect, beide Corneae blieben vollkommen klar; denselben Thiere nähte ich darauf an beiden Augen die Augenlider mittelst dreier Zwirnsfäden zu, um zu sehen, ob nicht etwa schon der dadurch bedingte Reiz eine Affection der Hornhaut hervorrufen könne. Nach zwei Tagen hatte sich zwar etwas vermehrte Schleimsecretion und leichte Conjunctivitis eingestellt, eine Hornhauttrübung hatte sich aber nicht entwickelt. Ein andermal drückte und ritzte ich die Corneae oberflächlich mit einer Mikroskopirnadel, es trat keine Reaction ein. An einem dritten Thiere trug ich an beiden Augen mittelst eines spitzen Lanzettmessers eine dünne Schicht Hornhautgewebe ab, so dass dadurch eine Facette entstand, der Erfolg war auch hier auf beiden Augen ganz derselbe, nur in der allernächsten Umgebung beider Facetten machte sich eine äusserst geringfügige Trübung bemerkbar, die Facetten überkleideten sich später wieder mit Epithel, blieben als solche aber noch längere Zeit sichtbar; indessen auch

im weiteren Verlauf liess sich keinerlei Unterschied zwischen beiden Augen erkennen. An einem vierten Kaninchen nähte ich mitten in beide Hornhäute, indem ich nur eine möglichst düne Gewebschicht durchstach, einen feinen Seidenfaden ein, der über der durchstochenen Stelle geknotet und kurz abgeschnitten wurde. Auch nach dieser Operation verlief der Prozess an beiden Augen in ganz derselben Weise; es entwickelte sich um den Faden herum eine geringe Trübung, zu einer allgemeinen Keratitis kam es nicht, am dritten Tage schnitt der Faden auf der Hornhaut der operirten Seite, am vierten auf der nicht operirten Seite durch, am sechsten Tage ging das Thier ein, ohne dass jedoch bis dahin, wie gesagt, ein irgend bemerkenswerther Unterschied zwischen beiden Seiten erkennbar gewesen wäre.

Schon aus dieser Versuchsweise scheint mir hervorzugehen, dass von einer durch die Trigeminusdurchschneidung bedingten Vulnerabilitätserhöhung der Cornea nicht wohl die Rede sein kann.

Ich glaubte jedoch dieses Ergebniss noch weiter begründen zu müssen, und suchte zunächst nach einem Trauma, welches auf dem in seiner Widerstandsfähigkeit nicht herabgesetzten Auge dieselben Veränderungen hervorzurufen vermöchte, welche an der anästhetischen Hornhaut hervortreten, so bald diese ohne Schutz bleibt.

Ich hatte beobachtet, dass meine Versuchsthiere, die sich in einer Holzkiste befanden, wenn sie durch irgend etwas erschreckt wurden, die Köpfe schnell in einander zu stecken versuchten und dabei häufig die gefühllose Kopfhälften, wenn diese der Wand der etwas engen Kiste zugewendet war, an derselben entlang streiften und sich auf diese Weise eine beträchtliche Quetschung der betreffenden Theile zuzogen; ein derartiges Trauma mochte es dann in der Regel wohl sein, durch welches die primäre Hornhautaffection hervorgerufen wurde. Dieser Erwägung folgend, durchschnitt ich einem Thiere den Trigeminus auf einer Seite und liess das Auge ohne Schutz, in das andere Auge nähte ich ein Stückchen eines Hobelspanes derart ein, dass es quer über die Hornhaut zu liegen kam und bei jeder Bewegung des Bulbus die Hornhaut reiben musste.

Als ich am anderen Morgen, nach Verlauf von etwa 20 Stunden, das Thier untersuchte, fand sich auf beiden Hornhäuten fast

ganz genau dieselbe Trübung von demselben Umfange und demselben Aussehen, nur mit dem Unterschiede, dass auf der operirten Seite die Trübung mehr dem vorderen Augenwinkel näher lag, während die Trübung auf der anderen Seite sich auf der grössten Höhe der Hornhautwölbung entwickelt hatte, da es ja diese Stelle war, welche der stärksten Reibung durch den Holzsplitter ausgesetzt war. Auch die von der Peripherie her vorschreitende nebelartige Trübung zeigte auf beiden Augen keine nennenswerthe Unterschiede. Die Conjunctivitis auf dem anästhetischen Auge war eine verhältnissmässig unbedeutende, während sich auf dem anderen Auge eine sehr heftige Entzündung und Chemosis der Conjunctiva entwickelt hatte.

Dieser Versuch an einem zweiten Thiere wiederholt, ergab dasselbe Resultat. Weder makroskopisch, noch mikroskopisch liess sich ein irgend wesentlicher Unterschied der auf beiden Hornhäuten entstandenen Affection constatiren.

Hatte ich somit ein Trauma gefunden, durch welches auf dem intacten Auge derselbe Effect erzielt werden konnte, wie er auf dem anästhetischen Auge entstand, wenn dieses ohne künstlichen Schutz blieb, so fragte es sich, welchen Einfluss dieses Trauma auf die Hornhaut der operirten Seite ausüben würde.

Zu diesem Zwecke nähte ich nun in beide Augen eines einseitig operirten Thieres Stückchen eines Hobelspanes von möglichst gleicher Grösse und gleicher Beschaffenheit ein. Der Erfolg war der, dass nach Verlauf von 18 Stunden auf beiden Hornhäuten fast ganz genau dasselbe Bild zu sehen war, die Trübung war gleich intensiv, fast ganz gleich gross und befand sich beiderseits auf der Mitte der Cornea, so dass Jemand, der nicht wusste, auf welcher Seite der Trigeminus durchschnitten war, aus diesem Befunde sicherlich keinen Schluss darauf ziehen könnte.

Ich habe denselben Versuch vielfach wiederholt und dabei allerdings nicht immer den gleichen Erfolg auf beiden Augen erzielt, meist war die Trübung auf der einen Hornhaut etwas ausgedehnter, als auf der anderen, die grössere Ausdehnung derselben zeigte sich aber keineswegs stets auf der operirten Seite, sondern war das eine Mal auf der operirten, das andere Mal auf der intacten Seite zu finden, ganz analog der Erfahrung, welche Cohnheim bei Erzeugung der Fadenkeratitis machte, dass nehmlich genau die-

selbe Operation an derselben Stelle der Cornea mit demselben Faden und Nadel, mit derselben Schonung ausgeführt, auf dem einen Auge eines Kaniuchens die heftigste Keratitis bewirken, auf dem anderen gauz wirkungslos verlaufen kann.

Um zu sehen, ob das Verhältniss sich vielleicht anders gestaltete, wenn ich ein weniger grob wirkendes Trauma auf die Hornhäute einwirken liess, modifizierte ich diesen Versuch in der Weise, dass ich anstatt des Holzspans das eine Mal ein Stückchen Kautschuck mit möglichst glatter Oberfläche, ein zweites Mal ein Stückchen Fliesspapier in beide Augen einnähte; in beiden Fällen blieben die Hornhautaffectionen nicht aus, in dem ersten Falle war der Effect auf der nicht operirten Seite ein sehr viel intensiver, als auf der operirten, im letzteren Falle fand bei geringerer Differenz das umgekehrte Verhältniss statt.

Auch die mikroskopische Untersuchung ergab in allen diesen Fällen keine irgend erheblichen Unterschiede, die gewonnenen Bilder beider Corneae waren in einzelnen Fällen zum Verwechseln gleich; die mikroskopisch wahrnehmbaren Veränderungen waren genau dieselben, wie an denjenigen Hornhäuten, an denen die Affection nach der Trigeminusdurchschneidung dadurch entstanden war, dass das gefühllose Auge ohne Schutz blieb.

Aus dieser Versuchsreihe ist wiederum zur Evidenz ersichtlich, dass die Hornhaut durch die Trigeminusdurchschneidung nicht in einen Zustand verminderter Widerstandsfähigkeit resp. erhöhter Vulnerabilität versetzt wird, und es folgt weiter daraus, dass es sich bei dem Zustandekommen der nach der Durchschneidung des Trigeminus an der Hornhaut auftretenden Affection um verhältnismässig recht grobe Traumen handelt, denn, wie wir gesehen haben, ist dasjenige Trauma, welches die nach etwa 20 Stunden an der ungeschützten anästhetischen Cornea bemerkbaren Veränderungen hervorbringt, in seinem Effect gleichartig mit dem sicherlich groben Insult, welchen während derselben Dauer ein in den Conjunctivalsack eingeschüchterter Holzspan ausübt.

Die Thiere dieser Versuchsreihe benutzte ich theilweise noch nach einer anderen Richtung hin. Ich ging von der Ansicht aus, dass, falls bei diesen Vorgängen in der That die Einwirkung trophischer Nervenfasern im Spiele ist, derselbe Prozess an der in ihrer Widerstandsfähigkeit herabgesetzten Hornhaut einen anderen

Verlauf nehmen, mit anderen Worten, dass der Heilungsprozess, wenn ein solcher möglich war, in anderer Weise ablaufen müsste, als auf der intacten Cornea. Deshalb wählte ich Thiere, bei denen durch das Einnähen der Holzstückchen ein möglichst gleicher Effect auf beiden Augen erzielt worden war und schützte nun durch Vor-nähen eines Pfeifendeckels das anästhetische Auge vor weiteren Verletzungen. Es zeigte sich, dass der Heilungsprozess auf diesem Auge sich in ganz derselben Weise einleitete und in ganz derselben Weise verlief, wie auf der anderen Seite, es entwickelte sich von der Peripherie her eine ziemlich intensive entzündliche Trübung der Hornhaut, die Injection der Gefässe der Conjunctiva und die Secretion derselben nahm zu, am dritten bis vierten Tage begann ein zierlicher Kranz dichter Gefässschlingen die Hornhautperipherie zu überschreiten, bis schliesslich die Mehrzahl derselben die primäre Trübung erreichte, während im Bereich der letzteren immer deutlicher ein Substanzverlust zu Tage trat. Diese milchige, wie Valentin sehr bezeichnend sagt, geronnenem Eiweiss ähnliche Trübung, verkleinerte sich weiterhin mehr und mehr, indem die secundären Entzündungerscheinungen allmählich abnahmen, die von dem Trauma nicht getroffenen Theile der Cornea wieder klar und durchsichtig wurden, und der Pannus vasculosus bis auf einzelne Gefässtämmchen, die von den der primären Trübung zunächst gelegenen Seiten der Conjunctiva ausgingen, wieder verschwanden, und endlich verhältnissmässig rasch das Epithel sich wieder vollkommen regenerirte. Immer bleibt dann aber an der undurchsichtigen Narbe ein schon makroskopisch sichtbarer Substanzverlust zurück, der sich besonders auf Querschnitten auf's Deutlichste nachweisen lässt.

Wie bereits erwähnt, lässt sich bei diesem ganzen Vorgange kein irgend wesentlicher Unterschied zwischen beiden Augen constatiren, das eine Mal kam der Heilungsprozess an dem Auge der nicht operirten Seite etwas schneller zur Vollendung, das andere Mal an dem Auge der operirten Seite. Auch hierbei machte sich also der Einfluss trophischer Nerven in keiner Weise bemerkbar.

Schon nach diesen Ergebnissen meiner Versuche musste ich zu der Ansicht geführt werden, dass ein solcher Einfluss trophischer, die Ernährungsverhältnisse der Cornea beherrschender Nervenfasern, wie ihn alle Autoren, welche sich mit diesem Gegenstande befasst haben, mit Ausnahme von Snellen, annehmen zu müssen

glaubten, bei dem Zustandekommen der nach der Trigeminus-durchschneidung auftretenden Hornhautaffection überhaupt nicht im Spiele ist.

Einen thatsächlichen Beweis für die Einwirkung trophischer Nervenfasern haben nur Büttner und Meissner beigebracht, indem sie durch das obenerwähnte Sectionsergebniss derjenigen vereinzelten Fälle, in denen trotz vollkommener Anästhesie und Schutzlosigkeit des Auges keine Hornhautaffection eintrat, und umgekehrt diese sich entwickelte ohne vorhandene Anästhesie, sich berechtigt glaubten, das Vorhandensein trophischer Nervenfasern anzunehmen und ihren Sitz in die untere, oder wie Meissner in seiner späteren Abhandlung genauer angibt, die mediale Portion des bei dem Kaninchen zu einem Stämme vereinigten ersten und zweiten Trigeminusastes zu verlegen.

Es fragt sich nun, wie diese Thatsache mit den bisher gewonnenen Resultaten in Einklang zu bringen ist. — Ich bin zunächst in der Lage, beweisen zu können, dass das Ergebniss, welches Büttner in seinen zwei Fällen erzielte, in der That nur ein zufälliges war, zufällig insofern, als bei meinen Versuchen in den 5 Fällen, in welchen ich, viermal unabsichtlich, einmal mit Absicht, fast genau in derselben unvollkommenen Weise, wie er, die Durchschneidung des zu einem Stämme vereinigten ersten und zweiten Trigeminusastes ausführte, die bekannte Hornhautaffection kein einziges Mal ausblieb.

Dass es mir verhältnissmässig so oft vorkam, die Trigeminus-durchschneidung in der beschriebenen unvollkommenen Weise zu machen, hatte seinen leicht erklärlichen Grund in der Schnittrichtung und in der Beschaffenheit des Instruments, dessen ich mich bediente. Wie bereits erwähnt, suchte ich den Trigeminus nicht im Ganglion Gasseri, sondern im Verlauf des zu einem Stämme vereinigten ersten und zweiten Astes zu durchschneiden. Dieser verläuft an der Schädelbasis in der Schläfengrube mit seinem medialen Theile an der lateralen Wand des Keilbeinkörpers entlang.

Hatte ich nun mit der geknöpften Spitze meines Messers den Nerven erreicht und schob dasselbe nicht weit genug vor, so lehnte sich der Knopf des Messerchens gegen die Wand des Keilbeinkörpers an, und es wurde beim Senken des Messerchens nur die laterale Partie des Nervenstammes durchschnitten.

Trotz dieser unvollkommenen Durchschneidung blieben die nächsten Folgen der vollkommenen gelungenen Operation niemals aus, der Bulbus wurde prominent, die Iris eng, die Cornea war absolut anästhetisch. Was mich aber sogleich auf die nicht vollständige Durchschneidung des Nerven schliessen liess, war der Umstand, dass die Thiere allerdings, während ich den Pfeifendeckel über dem oberen Augenlid annähte, kein Empfindungszeichen von sich gaben, beim Annähen an dem unteren Augenlid dagegen Schmerzensäußerungen zeigten; das untere Augenlid hatte seine Sensibilität durch die Operation nicht eingebüsst. Im weiteren Verlauf kennzeichneten sich diese Thiere von den übrigen dadurch, dass die Affectionen, welche bei vollkommener Durchschneidung des Nerven an den Lippen, der Zunge und dem Kiefer auftraten, nicht zur Entwicklung kamen.

Es hat diese Erscheinung ihren Grund darin, dass die bei weitem grössere untere Portion des Nervenstamms dem zweiten Trigeminusaste angehört, von dem auch das untere Augenlid versorgt wird; war diese Portion nicht durchschnitten, so blieben eben die Erscheinungen im Bereich des zweiten Astes aus.

Nach dieser Erfahrung halte ich es nun für sehr wahrscheinlich, dass auch in den Büttner'schen Fällen das untere Augenlid noch seine Sensibilität behalten und dass diese ausnahmsweise hingereicht hatte, um die Thiere vor groben Verletzungen zu schützen.

Noch evidenter, als die eben angeführten 5 Fälle scheint mir folgender sechster Fall für meine Ansicht zu sprechen: Ich wollte die Durchschneidung des Trigeminus in der gewöhnlichen Weise ausführen, ich drang mit dem Neurotom in die Schädelhöhle ein und hatte alsbald den Nerven erreicht, wie das laute Schreien des Thieres bewies. In Folge falscher Stellung der Schraube, vermittelst welcher das Messerchen in dem Griff befestigt wird, und welche zugleich erkennen lässt, ob die Schneide sich in horizontaler oder verticaler Richtung befindet, hatte ich verabsäumt, die Wendung der Klinge um 90 Grad zu machen. Die Cornea war aber nach Vollendung der Operation anästhetisch, die Iris eng, und das Thier wurde den übrigen beigesellt. Tags darauf, nach Verlauf von 20 Stunden zeigte es auf der anästhetischen Cornea die gewöhnliche Affection. Bei der Section ergab sich, dass von dem Nerven so gut wie nichts durchschnitten war. Das Neurotom war horizontal

in den oberen Theil des Nervenstammes eingedrungen und hatte hier einige Fasern leicht auseinander gedrängt, zwischen denen ein kleines längliches Blutextravasat lag. Diese geringfügige Verletzung des Nerven hatte genügt, die Cornea anästhetisch zu machen, und die obligate Hornhauttrübung blieb nicht aus.

In diesem Falle war ganz sicher auch diejenige Partie des Nerven stehen geblieben, deren Verletzung Büttner und Meissner zu dem Zustandekommen der Hornhautaffection für nothwendig halten, weil in ihnen die trophischen Nervenfasern verlaufen sollen, und trotzdem trat die gewöhnliche Hornhauttrübung in derselben Weise wie bei allen anderen Thieren und mit derselben Präcision ein.

Der von Meissner angeführte Fall, wo trotz vollkommen erhaltener Sensibilität bei Verletzung nur der lateralen Partie des Nerven eine Hornhauttrübung sich entwickelte, bedarf meiner Ansicht nach keiner besonderen Widerlegung, denn abgesehen davon, dass es nicht einzusehen ist, weshalb nicht auch einmal ein intactes Auge von einem groben Trauma betroffen werden sollte, so ist immerhin Grund zu der Annahme vorhanden, dass durch die, wenn auch geringfügige Verletzung des Nerven die Sensibilität doch bis zu einem gewissen Grade alterirt sein möchte, und das Trauma deshalb nicht mit gewohnter Achtsamkeit abgewehrt wurde.

Wenn Meissner besonders hervorhebt, dass der Prozess an diesem Thiere ganz genau gleichzeitig und ganz genau in derselben Weise verlief, wie bei einem anderen Thiere, bei welchem die Durchschneidung des Trigeminus vollkommen gelungen und die Hornhaut auästhetisch geworden war, so entspricht dieses Factum durchaus dem Resultate meiner Versuche, es ist eben in dieser Beziehung ein Unterschied zwischen einer sensiblen und einer anästhetischen Hornhaut nicht vorhanden.

Als einen weiteren Beweis für das Vorhandensein trophischer Nervenfasern führt Büttner, wie wir gesehen haben, die nach vollkommener Trigeminusdurchschneidung an den Lippen, der Zunge und der Mundschleimhaut auftretenden ulcerativen Veränderungen an und meint, dass diese durch die beim Fressen unvermeidliche Reibung der Zahnränder zu Stande kämen, und dass dieser geringe Reiz schon genüge, um die in ihrer Widerstandsfähigkeit herabgesetzte Schleimhaut in Entzündung zu versetzen.

Dass auch dieser Beweisgrund nicht stichhaltig ist, geht ohne

Weiteres aus der Thatsache hervor, auf welche Rollett<sup>1)</sup> besonders aufmerksam gemacht hat, dass auch stets auf der nicht operirten Seite ein grosses, längliches Geschwür dicht neben den oberen Backenzähnen in der Schleimhaut des harten Gaumens und in dem Zahnfleisch der betreffenden Zahnreihe sich entwickelt. Dieses Geschwür kommt dadurch zu Stande, dass in Folge der Muskellähmung der einen Seite der Unterkiefer sich nach der gesunden Seite verschiebt und durch die dadurch bedingte Veränderung in der gegenseitigen Berührung der Kauflächen der Backenzähne des Ober- und Unterkiefers diese letzteren sich der Art abschleifen, dass ihre innere Fläche mit der Kaufläche unter cinem sehr spitzen Winkel zusammenstösst und die Zahnreihe des Unterkiefers in eine Reihe von scharfen grätenartigen Zacken ausläuft, die sich an die innere Fläche der Oberkieferzähne anlegen und bei den Kaubewegungen unausgesetzt in die Gaumenschleimhaut und das Zahnfleisch einhaken. Zwischen diesem Geschwür und den Geschwüren der gelähmten Seite ist keinerlei Unterschied vorhanden, beide Arten entstehen durch fortgesetzte Verletzungen von Seiten der Zähne beim Kauen, diese, weil die betreffenden Schleimhauptpartien sich wegen Mangel der Sensibilität nicht zu schützen vermögen, jenes, weil den Thieren die Mittel zur Ausführung einer schützenden Bewegung an dem verhältnissmässig unbeweglichen Oberkiefer fehlen, und die Muskeln des beweglichen Unterkiefers eben nur einseitig thätig sind.

Alle diese Geschwüre sind unzweifelhaft traumatischer Natur, sie treten constant an denselben Orten nach der einseitigen Durchschneidung des Trigeminus auf. Auch der weitere Verlauf, sagt Rollett, aller dieser Geschwüre ist für alle ein sehr ähnlicher und man bemerkt niemals an den Geschwüren der gelähmten Seite ein besonders rasches Umsichgreifen oder eine besondere Bösartigkeit. Der Umstand, dass man hier Gelegenheit hat, von ganz ähnlichen Traumen herrührende Geschwüre der empfindlichen und unempfindlichen Mundhöhlenschleimhaut desselben Organismus direct mit einander zu vergleichen, und dass keine einzige Thatsache uns nöthigt, für die Erklärung der Geschwürsbildungen auf der gelähmten Seite noch eine specifische Ernährungsstörung herbeizuziehen, ist wenigstens für die Mundhöhlenschleimhaut des Kaninchens ein schwer-

<sup>1)</sup> Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften, Bd. LI.

wiegender Beweis gegen die Annahme besonderer sogenannter trophischer Nervenfasern im Trigeminus.

Fassen wir alle diese Momente zusammen, so muss es meiner Ansicht nach als erwiesen gelten, dass es sich nach der Trigeminusdurchschneidung weder bei den an der Hornhaut noch bei den an der Mundhöhlenschleimhaut auftretenden Affectionen um den Einfluss sogenannter tropischer Nerven handelt, d. h., dass solche Nervenfasern im Trigeminus aller Wahrscheinlichkeit nach überhaupt nicht vorhanden sind.

Wie wir gesehen haben, handelt es sich also bei dem Zustandekommen der Hornhautaffection nach Trigeminusdurchschneidung ausschliesslich um die Einwirkung eines Traumas, und zwar eines wiederholten, groben Traumas; ist die Bedingung für die Einwirkung desselben durch die volle Anästhesie der Hornhaut und der Augenlider einerseits, und andererseits durch die Gelegenheit zu groben Verletzungen gegeben, so bleibt jene Affection niemals aus. Daraus erklärt sich dann auch einerseits die Thatsache, dass die Hornhautaffection das eine Mal etwas schneller sich entwickelt als das andere Mal, es hängt dies eben ganz davon ab, unter welchen Umständen das betreffende Thier sich befindet, ob es allein oder mit anderen Thieren zusammensitzt, ob es sich in einer kleineren hölzernen Kiste mit rauhen, unebenen Wänden oder z. B. in einem grösseren Blechkasten aufhält. Andererseits stimmt damit die schon von Gräfe betonte Erfahrung überein, dass sich die Trübung der Hornhaut zunächst stets der Lidspalte entlang entwickelt. Gräfe hielt dies hauptsächlich für den Einfluss der Verdunstung; da wir indessen wissen, dass die Verdunstung bei der Entwicklung der Hornhautaffection gar keine Rolle spielt, so werden wir um so weniger Anstand nehmen, diese Erfahrung damit zu erklären, dass es jedesmal gerade die von den Augenlidern unbedeckten Abschnitte der Cornea sind, auf welche das Trauma am intensivsten einwirken kann. — Ein weiterer Beweis für die Richtigkeit dieser Thatsache wird durch die von Schiff ausgeführte Durchschneidung des mittleren Schenkels des Kleinhirns geliefert. Nach dieser Operation stellt sich nehmlich der Augapfel der entsprechenden Seite nach unten und vorn (innen), so dass nicht die Mitte, sondern die hinteren zwei Drittel der Hornhaut in der Lidspalte stehen. Lässt man nun bei so veränderter Stellung des Augapfels die Affection an der Horn-

haut sich entwickeln, so tritt dieselbe jetzt auch wieder der Lidspalte entsprechend auf, hat aber nicht mehr ihren Sitz in dem mittleren Abschnitte und auf der grössten Höhe der Hornhaut, sondern in dem hinteren Theile derselben.

Die Hornhautaffection, welche auf dieses Trauma hin eintritt, ist nun, wie ich schon erwähnt habe, keine primäre Entzündung, sondern eine Veränderung des Hornhautgewebes selbst, welche ich als eine *circumscripte Nekrose* auffassen zu müssen glaube.

Schon die ersten Objecte, welche ich mikroskopisch untersuchte, hatten mich auf diese Vermuthung gebracht, und zwar deswegen, weil im Bereich der primären Trübung weder bei der Goldfärbung noch bei der Hämatoxylinsfärbung etwas von den Hornhautkörperchen resp. deren Kernen zu bemerken war.

Diese Bilder haben, wie ich mich durch Vergleichung der Präparate meines Freundes Weigert zu überzeugen Gelegenheit hatte, die allergrösste Aehnlichkeit mit den Veränderungen, wie sie sich mikroskopisch an den Herzklappen bei Endocarditis ulcerosa darstellen; auch bei diesen fehlen auf eine ganze Strecke hin die Bindegewebskerne vollständig und erst jenseits dieser Strecke sind die weissen Blutkörperchen in dichten Mengen um dieselbe angehäuft. Der einzige allerdings sehr wesentliche Unterschied besteht nur darin, dass bei Endocarditis ulcerosa auf den so veränderten Herzklappen Bakterienhaufen liegen, in unserem Falle aber nicht.

Weigert<sup>1)</sup> hat nun nachgewiesen, dass sowohl in diesen Fällen wie in vielen anderen (so bei manchen embolischen Infarcten, bei acuter gelber Leberatrophie, in der Umgebung anderer Bakteriencolonien) der kernlose Zustand der Zellen einer Nekrose derselben entspricht.

Es galt nun, diese Vermuthung noch sicherer zu begründen. Zu diesem Zwecke war Herr Professor Cohnheim so gütig, mich auf die Färbungseigenschaften der Galle aufmerksam zu machen. Während nehmlich, wie bekannt, die Galle intakte Gewebe *intravita* nicht zu färben im Stande ist, wie daraus hervorgeht, dass die Schleimhaut der Gallenblase an einem frisch getöteten Thiere stets, wie alle anderen Schleimhäute, roth aussieht, so werden durch dieselbe alle diejenigen Gewebstheile, welche durch irgend einen

<sup>1)</sup> Anatomische Beiträge zur Lehre von den Pocken. Breslau 1874.

Prozess lebensunfähig geworden sind, intensiv gelb gefärbt. Ganz gewöhnlich beobachtet man dieses an den verschorsten Plaques, durch deren Abstossung später die typhösen Darmgeschwüre entstehen.

Ein exquisiter Fall der Art kam neulich im hiesigen pathologischen Institut zur Beobachtung. Es handelte sich um einen Fall von Schwefelsäurevergiftung, wo noch Säure in das Duodenum jenseits der Einmündungsstelle des Ductus choledochus gelangt war und hier die Schleimhaut auf der Höhe der Kerkryng'schen Falten zerstört hatte, genau diesen streifenartigen Stellen entsprechend war die zerstörte Schleimhaut intensiv gallig tingirt, während die benachbarten Theile, auf welche die Säure nicht mehr zerstörend gewirkt hatte, absolut ungefärbt geblieben waren.

Diese Erfahrung suchte ich nun für die Beurtheilung der nach der Trigeminusdurchschneidung auftretenden Hornhautaffection zu verwerthen und bestrich, nachdem die Affection sich entwickelt hatte, die ganze Cornea mit Galle. Der Erfolg war der, dass die Hornhautröhre sich sofort intensiv grünlich-gelb verfärbte und sich dadurch von der Umgebung sehr scharf abgrenzte, während alle übrigen Theile der Hornhaut, auch die durch die secundäre Entzündung getrübten, absolut farblos blieben. Ich machte sogleich aus der einen Hälfte der so behandelten Hornhaut Querschnitte (die andere Hälfte wurde in Gold gelegt) und fand, dass die gelbe Färbung auch nur soweit in die Substanz der Hornhaut hineinreichte, als an den mit Gold behandelten Präparaten die Grundsubstanz der Hornhaut trübe und undurchsichtig erschien. Man konnte daran denken, dass es hauptsächlich der Verlust des Epithels war, durch welchen die Färbung der Hornhaut intra vitam bedingt wurde. Ich trug deshalb einigen Kaninchen Stückchen der Hornhaut ab und bestrich diese Stellen mit Galle, es trat aber absolut keine Färbung ein; der Grund der Facette blieb ebenso klar und durchsichtig, wie seine Umgebung.

Der sicherste Beweis, dass es sich um eine Nekrose handele, musste aber augenscheinlich durch die Beobachtung geliefert werden, dass die nekrotische Partie der Hornhaut eliminiert wurde, und dem ist in der That so. Wie ich schon weiter oben gesagt habe, kann man dadurch, dass man nach der Entwicklung der primären Hornhautröhre das anästhetische Auge vor weiteren Insulten schützt, den Prozess an der Hornhaut nicht nur zum Stillstand bringen,

sondern zur Heilung kommen sehen in der Weise, dass sich die getrübte Partie aussösst und sich ein Substanzverlust entwickelt, über den alsdann verhältnissmässig rasch das Epithel sich wieder hinwegzieht.

Mikroskopisch erweist sich hierbei der nekrotische Charakter der Hornhauttrübung noch besonders dadurch, dass während an der Peripherie derselben der lebhafteste Entzündungsprozess durch eine massenhafte Anhäufung von Eiterkörperchen sich documentirt, im Bereich der Trübung selbst weder von diesen noch von irgend einer anderen vitalen Thätigkeit etwas zu constatiren ist. Der getrübte Theil wird vielmehr durch die umgebende Eiterung abgestossen, ohne dass die Eiterkörperchen in ihn selbst eintreten.

Diese Nekrose wirkt nun als Entzündungsreiz auf die Conjunctival- und Subconjunctivalgefässe und bedingt dadurch eine secundäre, von der Peripherie her vorschreitende Entzündung der Hornhaut, welche sich, wie wir gesehen haben, dadurch kennzeichnet, dass es zu einer massenhaften Einwanderung von weissen Blutkörperchen in die Hornhaut kommt.

Während ich mit meiner Arbeit schon ziemlich zum Abschluss gekommen war, wurde ich auf eine vorläufige Mittheilung von Sinitzin im Centralblatt f. d. med. Wissenschaften 1871 aufmerksam gemacht, deren Inhalt mich nicht wenig überraschte, da derselbe, falls er sich als richtig erwies, die Resultate meiner Arbeit fast vollständig in die Frage stellte.

Sinitzin theilt nehmlich mit, dass er auf Grund zahlreicher Versuche zu dem Resultate gekommen sei, dass

1) nach der Durchschneidung des Trigeminus die bekannten Erscheinungen am Auge nicht eintreten, wenn nicht lange vor dieser Operation oder unmittelbar nach derselben das obere Halsganglion des Sympathicus ausgerissen würde, und

2) die nach der Trigeminusdurchschneidung an der Hornhaut sowohl, als an der Mundhöhlenschleimhaut eingetretenen Erscheinungen, falls dieselben keine zu grossen Fortschritte gemacht haben, im Verlauf von sehr kurzer Zeit in 2—4 Tagen nach der Ausreissung des Ganglion spurlos verschwinden können, selbst wenn die Augen der betreffenden Kaninchen auch in keiner Weise vor weiteren Insulten geschützt wurden.

Diese Ergebnisse waren mit den meinigen schon a priori in  
Archiv f. pathol. Anat. Bd. LXV. Hft. 1.

keiner Weise in Einklang zu bringen, denn handelt es sich wirklich um eine traumatische Nekrose, so war durchaus nicht einzusehen, wie diese durch das Ausreissen des oberen Sympathicus-Ganglion hätte verhindert werden sollen.

Ich ging deshalb sogleich daran, die von Sinitzin gemachten Versuche zu wiederholen. Ich durchschnitt bei einem Thiere den Trigeminus und liess darauf sofort die Entfernung des Sympathicus-Ganglion folgen. Der Erfolg dieser Doppeloperation entsprach meinen Erwartungen vollkommen, die Hornhautaffection trat mit derselben Präcision und genau in derselben Weise ein, wie bei denjenigen Thieren, deren Sympathicus vollkommen unberührt geblieben war. Ich wiederholte diesen Versuch noch dreimal, habe aber in keinem Falle auch nur den geringsten Einfluss der Exstirpation des Sympathicus-Ganglion constatiren können. Die Hornhautaffection wurde auch in keinem Falle rückgängig, wiewohl ich das Auge bei zweien der Thiere vermittelst eines Pfifendeckels vor weiteren Insulten schützte. Ich befindet mich in dieser Beziehung ganz im Einklang mit Eckhard<sup>1)</sup>), welcher gleichfalls in keinem seiner Controlversuche die von Sinitzin aufgestellte Behauptung bestätigt fand.

Fasse ich zum Schluss die Ergebnisse meiner Versuche noch einmal kurz zusammen, so komme ich zu folgendem Resultat:

1. Die nach der Trigeminusdurchschneidung auftretende Hornhautaffection ist unabhängig von dem Einfluss trophischer Nervenfasern; es giebt deren im Trigeminus wahrscheinlich überhaupt keine.
2. Die nach der Trigeminusdurchschneidung auftretende primäre Hornhautaffection ist eine Nekrose, bedingt durch wiederholte, grobe Traumen, welche das Auge in Folge seiner Anästhesie treffen.
3. Die circumscripte Nekrose der Hornhaut wirkt als Entzündungsreiz und ruft eine secundäre, von der Peripherie her vorschreitende Entzündung der Hornhaut hervor.
4. Die gleichzeitige Exstirpation des oberen Sympathicus-Ganglion ist von keinerlei Einfluss auf das Zustandekommen und den Verlauf der nach der Trigeminusdurchschneidung auftretenden Hornhautaffection.

<sup>1)</sup> Centralblatt für die medic. Wissenschaften. 1873.