

Diese Berücksichtigung werden namentlich die krankhaften Veränderungen der Säfte in einem eigenen, von anderer Hand verfaßten Artikel dieses Handwörterbuches finden, und auf ihn verweisen wir deshalb als nöthige Ergänzung dessen, was hier unter dem hergebrachten Namen der Nervenkrankheiten über die Erscheinungsweise und die allgemeinen Formen der Krankheit gesagt wurde.

G. A. Spieß.

Die Physiologie in ihrer Anwendung auf Augenheilkunde.

Die Augenheilkunde hat von jeher, als ein lebendiges Glied der gesamten Heilkunde, an allen Schicksalen und Entwicklungen dieser den innigsten Antheil genommen. Auf's Innigste verwandt mit den beiden großen Hauptwegen heilkundiger Hülfsleistung, nicht minder den Rath als die Hand in Anspruch nehmend, theilte sie die Schicksale der Chirurgie und Medicin und wurde in dem Kampfe beider bald hierhin, bald dorthin gezogen; denn das Auge ist, ungeachtet seiner hohen Selbstständigkeit, ein Theil des Gesamtorganismus, der durch seinen ausgezeichneten Nerven- und Gefäßreichtum mit den übrigen Systemen des Körpers in einem so innigen Wechselverhältnisse steht, daß sich in keinem anderen Organe die Veränderungen des Lebens in allen seinen Formen so schnell und deutlich aussprechen, als eben im Auge, und wiederum erkrankt dieses nicht, ohne daß sich der Reflex davon auf jene verbreitet und Störungen in denselben veranlaßt. Der Kampf, durch welchen die gesamte Heilkunde in den verschiedenen geschichtlichen Epochen sich bewegte, wurde stets eingeleitet und durchgeführt von den eben herrschenden physiologischen Ansichten. Die Physiologie übte also stets den größten Einfluß auf die gesamte Heilkunde und somit auch speciell auf die Augenheilkunde aus. Im Gegensatz zu der noch nicht ganz erloschenen vitalistischen Anschauungsweise in der Physiologie, die sich mit Vorliebe allgemeinen Betrachtungen über das Leben und seine Ursachen in der Hoffnung zuwandte, durch eine irgendwie vermittelte Kenntniß des Ganzen ein zurückgeworfenes Licht über das Einzelne zu verbreiten, durch dessen Verwicklungen sie nicht unmittelbar einzudringen vermochte, geht unsere ganze heutige Richtung darauf hin, den früheren Begriff der Lebenskraft als überflüssig, ja als irrig und deshalb alles erfolgreiche Fortschreiten als hemmend erscheinen zu lassen. Die heutige Physiologie ist lediglich bemüht, die einzelnen organischen Vorgänge durch die in der ganzen Natur verbreiteten allgemeinen Naturkräfte zu erklären und den Unterschied zwischen der organischen und unorganischen Natur allein in äußeren Bedin-

gungen der Form und Mischung zu finden. Mag es nun auch dahin gestellt bleiben, ob der einen oder der anderen Anschauungsweise eine absolute Richtigkeit zuzuschreiben sei, so bleibt doch so viel gewiß, daß die letztere der Heilkunde und namentlich der Augenheilkunde als Erfahrungswissenschaft unendlich viel mehr genügt hat, als die erstere. Erst nachdem man gelernt hat, die physikalischen Geseze in weiterem Umfange auf das Auge anzuwenden, war es möglich, eine große Reihe bis dahin unbegreiflicher, physiologischer und pathologischer Erscheinungen am Sehorgan zu erklären und ihren Zusammenhang unter sich und mit den Functionen des Totalorganismus einzusehen. An keinem anderen Organe war dies Bemühen aber auch von so ersprißlichen Resultaten, als am Auge, indem dasselbe vor allen der Autopsie zugänglich und den physikalischen Gesezen nachweisbar unterworfen ist. Die Augenheilkunde ist daher auch ohne alle Frage als die Blüthe der ganzen Heilkunde zu betrachten.

Der Zweck dieser Abhandlung gestattet es nicht, daß sie ein zusammenhängendes Lehrgebäude in Bezug auf die Vollständigkeit und die wissenschaftliche Erkenntniß aller Einzelheiten bilde; man muß sich hier vielmehr begnügen, aus einigen genauer erkannten Erscheinungen eine Reihe von Beispielen zusammengestellt zu finden, an denen der Einfluß der heutigen Physiologie auf die Ergründung des Wesens der krankhaften Erscheinungen am Auge und ihrer Heilungsart erkannt werde.

Die nachfolgenden Blätter enthalten in gesonderter Reihenfolge eine Sammlung von Naturgesezen, welche die Stellen andeuten, wo sich diese mit der Lehre von den Krankheiten des Auges kreuzen, und eine Anzahl von Schlüssen, welche sich aus der Anwendung jener auf diese ergeben.

I. Geseze der Endosmose in ihrer Anwendung auf die Augenheilkunde.

Die Geseze der Endosmose und Exosmose, d. h. die Geseze, nach welchen sich zwei durch eine permeable Scheidewand von einander getrennte Flüssigkeiten diffundiren, sind für die Augenheilkunde von wesentlicher Bedeutung. Die Linsenkapsel, welche sich weder in Fasern, noch in Lamellen theilen läßt und weder Nerven, noch Gefäße besitzt, bildet eine einfache Zelle, wie eine Pflanzenzelle, und dient als physikalisches, endosmotisches Mittelglied (permeable Scheidewand) zwischen den von den Ciliargefäßen und der Art. centralis retinae abgesonderten Flüssigkeiten, dem Humor aqueus und vitreus; die Linse nimmt daher an allen Veränderungen der letzteren Theil. Dies ist daraus zu entnehmen, daß die Linse sich roth färbt, wenn im Humor aqueus und vitreus Blutfarbestoff aufgelöst ist, daß sie sich gelb färbt, wenn Gallenfarbestoff in ihm enthalten ist. Spritzt man in lebendige Augen, z. B. in Hunde- und Kaninchenaugen, kleine Quantitäten verdünnter Essigsäure, verdünnter Kalilösung oder Alkohols, so findet man stets bald eine Trübung der Linse ohne Theilnahme der Linsenkapsel. Da dieser Proceß im todten wie im lebendigen Auge auf gleiche Weise erfolgt, so wird dadurch die physikalische, vom Leben unabhängige endosmotische Kraft der Linsenkapsel bewiesen. Wird die Einwirkung der umgebenden Flüssigkeiten durch plastische Ablagerungen zwischen Linse und Kapsel unmöglich gemacht, so vertrocknet die Linse, sie verfällt gleichsam in einen Marasmus.

So lange die Flüssigkeiten in normaler Mischung und Quantität abgefordert werden und die selbstständige Thätigkeit der Linsenfasern und Zellen nicht gestört ist, dient die durch die Linsenkapsel vermittelte Wechselwirkung zwischen umgebenden Flüssigkeiten und Linsensubstanz zur Erhaltung der normalen Beschaffenheit der Linse. Wird dieses Verhältniß aber von der einen oder von der anderen Seite gestört, so tritt eine chemische Veränderung und Trübung der Linsensubstanz ein. Daher die Trübung und Entmischung der Linse bei Störungen ihres Eigenlebens nach Erschütterungen, oder bei fehlerhafter Mischung der Ernährungsflüssigkeiten, oder bei zu copióser Einwirkung des Humor aqueus nach geöffneter Kapsel.

Die Geseze, nach welchen sich zwei mit einander mischbare Flüssigkeiten von ungleicher Beschaffenheit, die durch eine permeable Scheidewand getrennt sind, ausgleichen, sind sehr verwickelt. Die Bestimmung dieser Geseze ist nur durch zahlreiche Experimente, die aber am Auge fast noch gar nicht angestellt sind, möglich. Die Geseze richten sich einestheils nach den Bestandtheilen der mischbaren Flüssigkeiten, anderntheils nach der Natur und besonderen Beschaffenheit der permeablen Membran. Von der Linsenkapsel wissen wir durch directe Versuche bis jetzt nur, daß sie sehr kräftig endosmotisch wirkt, die Art und Weise aber, in welcher die Ernährungsflüssigkeiten der Linse verändert werden, ließ sich bis jetzt nicht durch directe Untersuchungen derselben nachweisen, weil Linsen mit beginnender Kataraktbildung sich äußerst selten der anatomischen Untersuchung darbieten und die wässerige Feuchtigkeit im menschlichen Auge nicht in einer zur quantitativen Analyse ausreichenden Menge vorhanden ist. Es muß daher dieselbe größtentheils aus Thatfachen, welche eine sorgfältige Beobachtung der die einzelnen Fälle begleitenden Umstände, der anatomischen Verhältnisse, der Säftemischung, der bekannten Geseze der Endos- und Exosmose gewähren, indirect erschlossen werden.

Als feststehende Erfahrungssätze können wir 1. den Satz betrachten, daß das Eindringen der Ernährungsflüssigkeit in die Höhle der Linsenkapsel vorzugsweise auf endosmotischem Wege erfolgt; 2. den, daß, wenn concentrirte Lösungen von Salzen, von Gummi, Eiweiß und ähnlichen Substanzen durch eine thierische Membran sich mit Wasser oder mit verdünnteren wässerigen Lösungen derselben Stoffe mischen, mehr von dem Wasser nach der Salzlösung, überhaupt von der dünneren nach der concentrirteren Flüssigkeit hinüber geht, als umgekehrt, daß also das Wasser an Masse abnimmt, die Lösung zunimmt. — Wenden wir diese Sätze auf die Entstehung der grauen Staare an, so wird uns Manches klar, was wir auf andere Weise nicht zu erklären vermögen.

1. Bei der Synchysis und beim Hydrops der Augenkammern verlieren die Linsenfasern meistens ihre Durchsichtigkeit, es schlägt sich Albumin in Flocken nieder und man findet die Linsensubstanz in einem theilweise aufgelösten Zustande. Bei den genannten Krankheiten herrscht nämlich das Wasser abnorm vor, dagegen nimmt der große Salzgehalt und die starke Alkalescenz der Augenflüssigkeiten, vermöge deren die Durchsichtigkeit der Linse erhalten wird, ab. Das Wasser dringt dann in größerer Quantität in die Linsensubstanz ein und laugt die Salze derselben, denen das Albumin seine Löslichkeit und Durchsichtigkeit verdankt, aus, so daß sich das Albumin niederschlägt.

2. Alle Krankheiten, welche sich durch eine hervorstechende Säurebildung auszeichnen, wie z. B. Gicht, Rheumatismus, Skropheln, Zucker-

harnruhr, haben leicht Staarbildung zur Folge. Die allgemeine Neigung zur Säurebildung spiegelt sich in den Flüssigkeiten des Auges um so leichter ab, als dieselben durch eine einfache Transsudation entstehen und nicht das Mittelglied eines drüsigen Secretionsorgans zu durchlaufen haben. Die Säure der Augenflüssigkeiten muß nun nach dem Gesetze der Endosmose zu dem Wasser der Linsensubstanz übergehen, sich hier mit den Salzen derselben verbinden und eine Coagulation des Albumins bewirken.

3. Wird in Folge einer Entzündung ein flüssiges Cylobistum in die Augenflüssigkeiten ergossen, so wird dasselbe, weil es weniger als die Linsensubstanz concentrirt ist, mit großer Energie in den Raum zwischen Linsenkapsel und Linse übergeführt. Je nach den besonderen Nebenumständen schlägt es sich hier nieder und veranlaßt die Entwicklung von Neubilden der verschiedensten Form, Organisation und Ausdehnung, durch welche dann das Eindringen der Flüssigkeiten modificirt oder ganz aufgehoben werden kann.

4. Wird die Linsensubstanz durch die eindringenden Flüssigkeiten allmählig ganz aufgelöst, so kann die Lösung im Verlaufe der Zeit durch den endos- und exosmotischen Austausch der Substanzen allmählig eine geringere Concentration erlangen als die umgebenden Flüssigkeiten, und dies wird der Grund sein, weshalb man bisweilen die unversehrte Linsenkapsel bis auf einige Niederschläge von Proteinstoffen und Kalksalzen ganz leer findet. Die in die Linsensubstanz eingedrungenen Kalksalze können in einer alkalischen Flüssigkeit nur mit Hülfe einer beträchtlichen Menge des Albumins in Auflösung erhalten werden. Wird das Albumin nun auf exosmotischem Wege weggeführt, so schlägt es sich nieder und kann dann im unaufgelösten Zustande die Linsenkapsel nicht mehr durchdringen.

5. Die Wassersucht der Linsenkapsel kommt dadurch zu Stande, daß die umgebenden Flüssigkeiten durch Krankheitsprocesse eine geringere Concentration des Albumins und Salzgehaltes, wie beim Hydrops, annehmen. Ist dies der Fall, so müssen sie in größerer Quantität in die Linsenkapsel eindringen, eine Anschwellung derselben und Auflösung der Linsensubstanz bewirken.

II. Gesetze der Mechanik in ihrer Anwendung auf die Augenheilkunde.

1. Die Lehre von der Umdrehung des Auges wurde erst dann für die Erforschung des Wesens der Krankheiten desselben ersprießlich, als man das Princip, nach welchem sie vor sich geht, erkannte. Dieses Princip ist aber ein rein mechanisches; es ist dasselbe, nach welchem man die Rotationen einer frei schwebenden, im Raume aber fixirten, nach den drei Dimensionen des Raumes drehbaren Kugel berechnet. Das Auge hat nun aber eine der Kugel sich sehr nähernde Form. Auch ist sein Drehpunkt bei allen Bewegungen fixirt, d. h. er bleibt in der Orbita stets an derselben Stelle, mag das Auge sich drehen, wohin es wolle; thäte er das nicht, so würden mancherlei Verwirrungen des Sehens, namentlich Doppelsehen, bei den Bewegungen des Auges nach den verschiedenen Richtungen entstehen. Der Augapfel macht demnach bei seinen Bewegungen keine Locomotion, sondern eine reine Rotation.

2. Das kugelförmige Auge ist im Stande, sich nach jeder beliebigen Richtung zu drehen. Dreht sich eine Kugel nach einer Richtung, so geschieht dies um eine imaginäre oder wirkliche Drehungsaxe, die durch den Mittelpunkt der Kugel (Drehpunkt) läuft. Soll eine Kugel sich nach allen Richtungen, nach den drei Dimensionen des Raumes drehen können, so muß sie drei Drehungsaxen haben, auf welche die drehenden Kräfte in sechs verschiedenen Richtungen wirken. — So ist es beim Auge; daher waren sechs Augenmuskeln unumgänglich notwendig. Die Lage der Drehungsaxen wird nach der Richtung der auf die Kugel wirkenden Kraft bestimmt. Die Richtung der Kraft wird beim Auge leicht aus dem Ursprunge und dem Ansatzpunkte der Augenmuskeln entnommen. Die Lage der Drehungsaxen richtet sich also nach der Richtung der einfachen oder der combinirten Kräfte, welche auf die Peripherie der Kugel wirken; die Drehungsaxe steht nämlich immer senkrecht zu dem Radius, der in der Ebene der Drehungsaxe mit der Richtung der Kraft parallel läuft. Aus der bekannten Richtung, in welcher die Muskeln auf den Augapfel wirken, läßt sich demnach die Lage der Drehungsaxen entnehmen. Die Richtung der Kraft der combinirten thätigen Muskeln und die Lage der dieser combinirten Kraft entsprechenden Drehungsaxe findet man aus der Construction des Parallelogramms der Kräfte. Das Parallelogramm der Kräfte läßt sich aus der Richtung der Sehaxe und aus der bekannten Richtung der Kraft der einzelnen Muskeln ableiten. Verfährt man auf diese Weise, so ist es sehr leicht zu bestimmen, welche Muskeln dazu beigetragen haben, der Sehaxe die vorhandene Richtung zu geben.

Diese Theorie, welche übrigens durch zahlreiche Beobachtungen an Gesunden und Kranken und namentlich durch mein Ophthalmotrop empirisch bewiesen ist, thut dar, daß die vier geraden Augenmuskeln vollkommen hinreichen, um den Sehaxen jede beliebige Richtung zu geben, indem sie die Rotation des Bulbus nach zwei Dimensionen des Raumes bewirken, nämlich die nach der vertikalen und horizontalen. Die *Mm. obliqui* realisiren dagegen die Rotation nach der dritten Dimension des Raumes; sie dienen dazu, um die vertikalen und horizontalen Meridiane beider Augen stets parallel zu erhalten. Dies ist zum einfachen Sehen mit beiden Augen notwendig. Eine übermäßige Anspannung eines der schiefen Muskeln wird daher, bei normaler Thätigkeit der geraden Muskeln, nur Doppelsehen mit schiefer Stellung des Doppelbildes, aber keine unrichtige Stellung der Sehaxen hervorrufen, indem die geringe Abweichung der Sehaxen von ihrer normalen Richtung durch eine unrichtige Thätigkeit der schiefen Augenmuskeln auf der Stelle durch die stärkeren geraden Muskeln corrigirt wird.

Die vier geraden Augenmuskeln sind Antagonisten der beiden *Obliqui*; die geraden Muskeln ziehen den Bulbus zurück, die *Obliqui* vorwärts. Durch diesen Mechanismus wird das Auge mit Hilfe des Fettes der Augenhöhle, in welchem der Bulbus wie in einem Kugelenke gelagert ist, balancirt, und zwar so, daß, bei vollkommenem Gleichgewichte aller Muskeln, die Sehaxe horizontal nach vorn gestellt ist. Aus diesem Grunde stehen bei Neugeborenen, die noch nicht gelernt haben, ihre Sehaxen je nach der Entfernung und Richtung der Objecte zu convergiren, dieselben meistens parallel und horizontal, ebenso bei vollkommen Blinden und im Tode bei solchen Leichen, die im Sterbeacte nicht an Krämpfen oder einseitigen Lähmungen der Augenmuskeln gelitten hatten.

Wird einer der vier geraden Augenmuskeln durchschnitten oder auf andere Weise zufällig gelöst, so tritt der Bulbus etwas aus der Orbita hervor; wird einer der *Oblinqui* durchschnitten, so sinkt er tiefer in dieselbe zurück.

Die beiden *Oblinqui* sind zugleich mit dem *Rectus externus* Antagonisten des *Rectus superior*, *inferior* und *internus*. Dies ist die Ursache, warum nach Durchschneidung des *Rectus internus* die Pupille durch die vereinte Wirkung des *Rectus superior* und *inferior* noch ziemlich weit nach innen, durch den *Rectus superior* allein noch oben und innen, durch den *Rectus inferior* allein nach unten und innen gewälzt werden kann. Gerade nach oben kann die Pupille durch die Wirkung des *Rectus superior* allein nicht gewälzt werden, sondern dazu muß auch der *Obliquus inferior* beitragen, der dabei zugleich den Parallelismus der entsprechenden Meridiane aufrecht erhält. Zum Blicke gerade nach unten muß auch der *Obliquus superior* beitragen. Ist der *Rectus externus* durchschnitten, so kann die Sehaxe noch etwas nach unten und außen durch den *Obliquus superior* und nach oben und außen durch den *Obliquus inferior* gerichtet werden; ganz nach unten und außen und nach oben und außen kann die Sehaxe nur mit Hülfe des *Rectus externus* bewegt werden. Die beiden *Oblinqui* sind, wenn der *Rectus externus* durchschnitten oder auf irgend eine andere Weise unthätig geworden ist, noch im Stande, die Seharen etwas gerade nach außen zu richten. Die angegebenen Thatfachen liefern uns zugleich den Schlüssel zu der Erklärung, warum bei Durchschneidung oder Lähmung des inneren oder äußeren geraden Augenmuskels nicht so leicht ein Abweichen der Pupille nach der entgegengesetzten Richtung erfolgt.

In manchen Fällen bekommen ein oder mehrere Muskeln ein längere oder kürzere Zeit bleibendes relatives oder absolutes Uebergewicht über die anderen, indem dieselben entweder gelähmt, oder übermäßig thätig, oder hypertrophisch, oder verkürzt werden. Hier bekommt die Sehaxe eine von der Norm abweichende Richtung, d. h. es entsteht Schielen oder *Lusitas*. Wie wichtig hier, in Beziehung auf die Deutung der Krankheitsymptome und auf die Heilung, eine genaue Kenntniß der Functionen der Augenmuskeln ist, leuchtet von selbst ein.

3. Eine wesentliche Bedingung zum einfachen Sehen mit beiden Augen ist die, daß die Seharen in einem Punkte des Objectes, welches sich in einer dem Refraktionszustande des Auges entsprechenden Entfernung befindet, sich schneiden. Die Erfüllung dieser Bedingung reicht aber allein noch nicht aus, sondern es müssen zugleich die Drehpunkte beider Augen unverrückt an derselben Stelle verharren und der Parallelismus der s. g. Meridiane beider Augen aufrecht erhalten werden. Nur unter Erfüllung dieser Bedingungen treffen die Lichtstrahlen des fixirten Objectes Stellen beider Netzhäute, welche die Eigenschaft haben, zugleich afficirt, nur ein einfaches Bild der Seele vorzuhalten, welche also, wie man sich ausdrückt, identisch sind.

Aber nicht nur das Object, auf welchem sich die beiden Seharen kreuzen, erscheint einfach, sondern auch alle die, welche in dem Kreise liegen, der von dem Kreuzungspunkte der Seharen durch den Mittelpunkt der Augen laufend gedacht wird. Alle übrigen Objecte erscheinen doppelt, was beim gewöhnlichen Sehen freilich ganz unbeachtet bleibt. Der gedachte Kreis wird der *Horopter* genannt.

Bei einem jeden Schielen mit übrigens nicht wesentlich erkrankten

Augen bilden sich, theils wegen der unrichtigen Stellung der Seharen, theils wegen des aufgehobenen Parallelismus der gleichnamigen Meridiane beider Augen, Doppelbilder, d. h. Bilder der Objecte, welche heterogene Stellen beider Netzhäute treffen. Diese Bilder werden als gesonderte in der Regel nur im ersten Stadium des Schielens wahrgenommen, weil in diesem die Bedingungen dazu häufiger vorhanden sind, als in den späteren Stadien. Die Bedingungen zur Wahrnehmung der Doppelbilder sind:

a) Ein nicht zu starker Grad des Schielens. Die Retina besitzt nämlich nur an einer kleinen, umschriebenen Stelle die Fähigkeit, vollkommen deutlich zu sehen, außerhalb dieser Stelle, gegen die Peripherie hin, nimmt diese Fähigkeit gradweise ab, bis allmählig die Sehkraft verschwindet, so daß sich für die äußerste Peripherie des Gesichtsfeldes keine scharfe Grenze angeben läßt. Jene Stelle des deutlichen Sehens fällt zusammen mit der Ausdehnung des gelben Fleckes der Netzhaut. Der Grund hiervon liegt theils in der eigenthümlichen Structur der Netzhaut an dieser Stelle, theils in der Aberration der seitlich einfallenden Lichtstrahlen, welche diese wegen der Sphärizität der Linse erleiden. Man sieht daher eigentlich immer nur einen Punkt eines Gegenstandes am besten, und es finden immer einige Bewegungen der Augen Statt, wenn man andere Punkte des Objectes ebenso genau sehen will, und will man einen Gegenstand im Detail betrachten, so bewegt man die Augenaren über denselben und nimmt auf diese Weise von allen oder den meisten Punkten des Gegenstandes Lichtstrahlen auf. Beim Schielen wirft nun aber der Punkt der Fixation sein Bild auf eine vom Mittelpunkte der Retina entfernt liegende Stelle, und zwar auf eine um so entferntere, je bedeutender der Grad des Schielens ist; daher muß die Undeutlichkeit des Doppelbildes mit der Zunahme der unrichtigen Stellung der Seharen wachsen. — b) Normale oder nur wenig geschwächte Sehkraft des schielenden Auges. Schwäche der Sehkraft ist ein sehr häufiges Symptom des Schielens. Die Ursache davon ist vorzugsweise der Mangel an Uebung; indem nämlich die Bilder der vom nicht schielenden Auge fixirten Objecte sich auf seitlichen, weniger empfindlichen Theilen der Netzhaut entwerfen, werden sie undeutlicher wahrgenommen und zuletzt gar nicht beachtet, weil das vorherrschend sehende Auge, in dessen Sehweite das Object gehört, durch den Wettstreit (siehe unten) das schwächere Bild des schielenden Auges verdrängt, so daß die Aufmerksamkeit sich von letzterem abwendet und dieses deshalb immer mehr in Unthätigkeit verfällt. Mangel an Uebung hat aber stets eine Schwächung des Organs zur Folge. In Beziehung auf die Abnahme der Sehkraft ist aber auch nicht außer Acht zu lassen, daß durch die übermäßige Anspannung eines oder mehrer Muskeln und durch die Erschlaffung der übrigen eine nachtheilige, die Fixation störende Zerrung des Sehnerven hervorgebracht werden muß, indem die geraden Augenmuskeln an ihrem Ursprunge im hinteren Theile der Orbita mit der Scheide des Sehnerven zusammenhängen. Hätte diese Ansicht keinen Grund, so wäre die fast constante Erscheinung nicht zu erklären, daß gleich, oder bald nach der Operation des Schielens, wo sich das Auge oft nur wenig besser stellt, die Kranken offenbar besser sehen können, als vor der Operation. Die vollkommene Wiederherstellung der Sehkraft erfolgt freilich erst dann, wenn das Auge durch Uebung gestärkt ist. — c) Aufmerksamkeit des Kranken auf die Doppelbilder. Ohne die Aufmerksamkeit des Geistes auf die sinnlichen Eindrücke kommt es nicht zu Sinnesvorstellungen. In die offenen

Augen kann Licht fallen und die Retina reizen, ohne daß die Bilder der dadurch verursachten Zustände des nervösen Sehapparates zum Bewußtsein gelangen und zu Vorstellungen ausgebildet werden, wenn die ganze Aufmerksamkeit der Seele auf einen anderen Sinn oder auf metaphysische Dinge gelenkt ist. In diesen Fällen findet aber dennoch eine wirkliche Affection der Sinnesnerven Statt; dies erhellt daraus, daß noch eine Vorstellung gebildet werden kann, wenn die Aufmerksamkeit des Denkenden nach bereits vorübergegangener sinnlicher Einwirkung, aber doch früher, als bis die eine Zeit andauernde Nachwirkung des Sinnesindrucks aufgehört hat, sich der Sinnesempfindung zuwendet.

Bei längerem Bestehen einer unrichtigen Stellung der Sehachsen hört die Wahrnehmung der Doppelbilder nach und nach auf, theils wegen der Zunahme der unrichtigen Stellung der Augen und der Schwächung der Sehkraft, theils wegen der Abziehung der Aufmerksamkeit des Kranken von dem an sich schon schwächeren Bilde des schielenden Auges. In späteren Stadien tritt das Doppelsehen nur bisweilen auf, und stets nur als vorübergehende Erscheinung, wenn der Kranke entweder seine Aufmerksamkeit vorwaltend auf das schielende Auge richtet, oder wenn zufällig ein auffallendes Object in der der Sehweite entsprechenden Entfernung in die optische Ase des schielenden Auges fällt.

Um zu bestimmen, welches Doppelbild dem einen oder dem anderen Auge angehört, muß man sich an die Gesetze der Optik halten; am einfachsten kommt man aber zum Ziele, wenn man sich folgenden Experimentes erinnert: man halte z. B. einen Finger beider Hände in gerader Linie vor die Augen, den der ersten Hand nahe, den der anderen weiter entfernt. Fixirt man den ersten, so erscheint der zweite doppelt, fixirt man den zweiten, so erscheint der erste doppelt, und zwar gehört das rechte Doppelbild hierbei dem linken Auge, im ersteren Falle aber dem rechten Auge an. Fixiren wir den fernen Finger, so wirft der nahe Finger sein Bild auf die linke Seite des linken und auf die rechte Seite des rechten Auges, und da wir die Bilder, die auf einer bestimmten Netzhautstelle entstehen, in der Richtung der Richtungslinien sehen, so ist es klar, daß das rechte Doppelbild dem linken Auge und das linke Doppelbild dem rechten Auge angehören muß. Fixiren wir den nahen Finger, so verhält sich die Sache umgekehrt. Beim Doppelsehen sehen wir das Object der Doppelbilder also nicht an der Stelle, wo es ist. Je größer der Abstand beider Finger ist, um so größer wird die Entfernung der Doppelbilder von einander, je näher sich beide Finger rücken, um so näher rücken die Doppelbilder des doppelt erscheinenden Fingers an einander, bis sie zuletzt zusammenfließen, wenn beide Finger in denselben Horopter treten.

In diesem physiologischen Sage finden wieder mehrere pathologische Erscheinungen ihre Erklärung, z. B. die Metamorphopsie. Weichen nämlich die Sehachsen nur um ein sehr Weniges von der normalen Stellung ab, so daß die Doppelbilder sich nicht vollständig von einander trennen, sondern sich noch theilweise decken, so bemerkt man häufig nicht deutlich, daß dies eine Erscheinung des Doppelsehens ist, und glaubt, die Objecte hätten eine andere Gestalt, wären verschoben, wobei sie oft, wegen der nicht konstanten Neigung der Sehachsen, zu schwanken scheinen. Dieses Schwanken kommt daher, daß wir glauben, das Object bewege sich, wenn es ruht, aber unsere Augen gegen unseren Willen bewegt werden, denn so übertragen wir die Bewegungen unserer Augen auf das Object. Daher

kommt es auch, daß wir glauben, die Objecte bewegten sich, wenn sie uns plötzlich, z. B. beim Krampfe der Augenmuskeln, doppelt erscheinen.

Ist bei einer unrichtigen Stellung der Seharen oder der Meridiane mit Doppelsehen das eine Auge schwachichtig, das andere gesund, so scheint dem Kranken, bei Bewegung der Augen und Ruhe der Objecte, das Doppelbild des kranken Auges sich zu bewegen, das des gesunden aber zu ruhen. In dem starksichtigen Auge erscheinen, wenn es gleich in seiner Höhle sich bewegt, die Gegenstände im objectiven Raume ruhend, weil seine Bewegung mit Bewußtsein und Willkür geschieht, und also nicht auf's Object übertragen wird; das schwachichtige Auge hat aber gegen jenes nicht Selbstständigkeit genug, die Phantasie ist in demselben nicht mit hinreichender Stärke thätig, um seine Bilder an objectiven Orten zu fixiren; diese werden also mit seinen Bewegungen fortgeführt und auf die gleichnamigen Bilder des anderen Auges, die durch die schielende Bewegung aus ihrer Coincidenz getreten sind, in ihren räumlichen Verhältnissen bezogen. Wessen Augen gleiche Stärke haben, der wird bald die Bewegungen der Bilder des einen, bald die des anderen auf das andere beziehen können, je nachdem er den Moment des Bewußtseins in dem einen oder in dem anderen fixirt.

Ein Schielender, der doppelt sieht, ist sehr oft im Zweifel über die wahre Lage der Objecte, zumal wenn das Bild des schielenden Auges das des gesunden an Deutlichkeit erreicht, indem er die Objecte der Doppelbilder nicht an der Stelle sieht, an welcher sie sind. Davon unten mehr.

Um des einfachen und deutlichen Sehens willen ist eine harmonische Stellung der Seharen und der entsprechenden Meridiane beider Augen nothwendig. Diese kann aber nur durch eine harmonische Funktion der Augenmuskeln realisirt werden. Die harmonische Funktion der Augenmuskeln ist aber zum größten Theile die sekundäre nothwendige Folge der Identität der entsprechenden Stellen beider Netzhäute, und nicht das Resultat eines angeborenen, in der eigenthümlichen Vertheilung der Nerven, oder in einem anderen anatomischen Verhältnisse liegenden Consensus derselben. Dieselben Muskeln treten unter einander, je nach dem Bedürfnisse, bald in einen Consensus, bald in einen Antagonismus; sie müssen stets so zusammenwirken, daß die Seharen sich immer auf einem Punkte des Objectes der Fixatur kreuzen, und daß die Netzhäute stets vertikal und horizontal orientirt werden. Schon beim neugeborenen Kinde ist die Neigung vorhanden, seine Augen so zu stellen, daß es einfach und deutlich sehe, obgleich es, wegen Mangel an Uebung, noch nicht gelernt hat, seine Augen stets nach dem Bedürfnisse richtig zu stellen. Erblindet das Kind theilweise oder ganz, so gerathen die Augen in eine unstäte, unregelmäßige Bewegung, die erst geregelt wird, wenn das Sehvermögen wiederkehrt. Ein angeborener Consensus, bis zu einem gewissen Grade, zwischen dem Rect. intern. und extern. des einen und des anderen Auges, zwischen den Mm. superioribus beider Augen und den inferioribus läßt sich aber nicht ganz läugnen, indem vollkommen Blinde, oder Menschen, die mit Nystagmos behaftet sind, die Augen doch in der Richtung der genannten Muskeln bewegen. Bei diesen Bewegungen bleiben die Seharen der Blinden aber stets parallel. Der Consensus der beiden Recti interni ist also nicht angeboren, sondern richtet sich nach dem Bedürfnisse. Die beiden Recti externi sind auch keine constante Antagonisten, denn wenn die Seharen aus einer starken Convergenz in den Parallelismus übergehen sollen, so müssen beide

Recti externi sich gleichzeitig contrahiren. Die Unmöglichkeit bei den meisten Menschen, die Seharen willkürlich divergent zu stellen, hängt vielleicht zum Theil von der Organisation der Muskeln ab, nämlich davon, daß die beiden Obliqui wahrscheinlich unwillkürliche sind, vorzugsweise aber davon, daß diese Stellung der Seharen mit dem Zwecke des Sehens gänzlich contrastirt. Jener untergeordnete Consensus braucht, da er beim normalen Sehen nach Bedürfniß aufgehoben wird, dennoch keinen bestimmten organischen Grund zu haben, sondern er ist das Resultat der im ganzen Organismus herrschenden zweckmäßigen Einrichtung, die sich auch noch zeigt, wenn die Resultate dieser Einrichtung nicht mehr den erwünschten Erfolg haben, z. B. in den consensuellen Bewegungen eines schielenden Auges.

4. In Beziehung auf das Object der Fixation hat in demselben Moment immer nur die Sehare eines Auges eine unrichtige Stellung. Ein Schielen gleichzeitig mit beiden Augen kann es nicht geben, da ja immer, sobald irgend Etwas deutlich gesehen werden soll, eine der Aren nach dem zu betrachtenden Objecte gerichtet sein, also wenigstens ein Auge richtig stehen muß. Nichtsdestoweniger giebt es aber viele Schielende, welche häufig im Gebrauche des Auges wechseln und bald mit dem einen, bald mit dem anderen Auge schielen, oder welche nicht im Stande sind, anhaltend das Object mit dem fixirenden Auge anzuschauen. Diesen Zustand nennt man dann „Schielen mit beiden Augen.“ Unter denen, welche mit beiden Augen schielen, giebt es Manche, die nicht schielen, wenn sie ein Object von bestimmter Entfernung betrachten.

Beim Schielen des einen Auges tritt in vielen Fällen ein sekundäres Schielen des anderen Auges ein, und zwar in der Art, daß das Schielen, welches consensuell am ursprünglich gefunden Auge erscheint, sich stets in derselben Form wie das am ursprünglich schielenden Auge darstellt; ist ursprünglich Strabismus convergens vorhanden, so zeigt sich das Schielen am gefunden Auge wieder als Strabismus convergens. — Das Bedürfniß, durch eine harmonische Stellung der Seharen beider Augen identische Theilchen beider Netzhäute den Objecten zuzuführen, ist so dringend, daß ein Auge auch dann noch das Bestreben zeigt, sich der Stellung des gefunden Auges zu accommodiren, wenn es durch ein krankhaftes Ubergewicht eines oder mehrer Muskeln gezwungen ist, seiner Sehare eine Richtung zu geben, die mit der des gefunden Auges nicht correspondirt. Aus diesem Grunde macht das schielende Auge concomitirend alle Bewegungen des gefunden in einem geringeren Grade mit. Ist das kranke Auge aber nicht im Stande, sich der Stellung des gefunden Auges vollkommen zu accommodiren, so strebt das gesunde Auge in gewissen Fällen sich dem kranken zu accommodiren und dadurch den Gesichtsfehler auszugleichen. Dies gelingt aber meistens auch nicht völlig, und dadurch entsteht ein consensuelles Schielen.

III. Gesetze der Optik in ihrer Anwendung auf die Augenheilkunde.

Von der größten Bedeutung für die Augenheilkunde sind die Katoptrik und die Dioptrik; sie dienen zur Aufklärung und richtigen Deutung der

mannigfaltigsten Krankheitserscheinungen und zur Feststellung einer passenden Behandlung.

1. Die Zurückwerfung oder Reflexion des Lichtes geschieht von festen, flüssigen und gasförmigen Körpern, und selbst die durchsichtigen Körper werfen einen Theil des Lichtes zurück. Daher spiegeln auch die durchsichtigen Medien des Auges. Die Zurückwerfung der Lichtstrahlen findet bei den undurchsichtigen Körpern auf der Oberfläche derselben Statt, und bei durchsichtigen auch von ihrem Innern, wenn irgend ein weniger durchsichtiger Theil der Materie darin enthalten ist, daher spiegelt z. B. das Auge stärker, wenn der Kern der Krystalllinse etwas verdunkelt ist.

Die Art der Zurückwerfung der auffallenden Lichtstrahlen hängt vornehmlich von der Beschaffenheit der Oberfläche ab, auf welche sie fallen. So werfen glatte Oberflächen die Strahlen, die auf sie fallen, in geometrisch bestimmbarern Richtungen zurück und erzeugen so ein getreues Bild des Objectes, während raube Oberflächen das Licht diffundiren, d. h. entweder dasselbe nach allen Richtungen zerstreuen oder in verschiedene größere und kleinere Bündel zertheilen, die den Eindruck des Funkelns erzeugen. Dies ist der Grund, weshalb eine mit facettenartigen Unebenheiten versehene Cornea, wie es sich z. B. meistens bei dem Staphyloma corneae pellucidum findet, einen funkelnden Glanz und ein vorgehaltenes Licht in mehreren undeutlichen Spiegelbildern zeigt.

Das Grundgesetz der Reflexion ist nun, daß der einfallende Strahl, das Einfallslotz und der reflectirte Strahl in einer Ebene, der Reflexionsebene, liegen, und daß das Einfallslotz den Winkel zwischen dem einfallenden und reflectirten Strahl halbirt. Einfallss- und Reflexionswinkel sind also gleich. Hieraus ergiebt sich, daß man, um das Bild eines leuchtenden Punktes in einem ebenen Spiegel zu finden, nur von dem leuchtenden Punkte ein Perpendikel auf den Spiegel oder seine Verlängerung zu fallen und dasselbe hinter der Spiegelebene um so viel zu verlängern hat, als der leuchtende Punkt vor dem Spiegel liegt. Wenn ein Lichtstrahl eine krumme Oberfläche in irgend einem Punkte trifft, so wird er gerade so reflectirt, als ob er die Berührungsebene dieses Punktes getroffen hätte. Deshalb erhält man bekanntlich durch einen Hohlspiegel von einem Gegenstande, welcher weiter vom Spiegel als der Mittelpunkt desselben entfernt ist, ein umgekehrtes verkleinertes Bild zwischen dem Mittelpunkte und dem Hauptbrennpunkte. Dagegen erhält man durch einen Converspiegel aufrechtstehende verkleinerte Bilder hinter dem Spiegel. Diese Gesetze erklären die Erscheinungen des Purkinje-Sanson'schen Experimentes, welches für die Diagnose der Augenkrankheiten von der größten Wichtigkeit ist. Hält man nämlich vor ein mit klaren Medien versehenes Auge, dessen Pupille erweitert ist, ein brennendes Licht, so sieht man das Bild desselben dreimal im Auge. Das erste, deutlichste, größte steht aufrecht; das zweite, kleinere, hinter jenem befindliche verkehrt; das dritte, hinterste, schwache wieder aufrecht. Bewegt man das Licht vor dem Auge hin und her, so bewegt sich das mittelfte, verkehrte in entgegengesetzter Richtung, während die beiden aufrechten dem Lichte folgen. Bewegt man das Licht im Kreise vor dem Auge herum, so bewegen sich alle drei Spiegelbilder zwar in demselben Sinn, aber so, daß das zweite, umgekehrte immer um die Hälfte des zurückgelegten Raumes zurück ist; es steht z. B. am unteren Rande der Pupille, während das erste und dritte schon am oberen, dem Lichte gegenüberstehen. Das erste ist ein Spiegel-

bild der Cornea, das zweite, umgekehrte ein Spiegelbild der hinteren, concaven Kapselwand, das dritte, aufrechtstehende ein Bild der vorderen, convexen Kapselwand. Ist nun die vordere Kapselwand durch Exsudate zum Spiegeln unfähig geworden, so sieht man nur das erste, aufrechte Bild; ist die Linse oder die hintere Kapselwand verdunkelt, so sieht man die beiden aufrechten Bilder; fehlt die vordere Kapselwand und die Linse, so sieht man das vordere, aufrechtstehende und das mittlere, umgekehrte Bild; dagegen alle drei Bilder, wenn die Trübung im Glaskörper oder noch tiefer liegt. Daß die Sache sich in der That so verhält, beweisen zahlreiche Experimente an gesunden und kranken Augen und am Ophthalmotrop.

2. In homogenen Medien und im luftleeren Raume verbreiten sich die Lichtstrahlen bekanntlich in gerader Richtung. Geht aber ein Lichtstrahl aus einem leeren Raume oder aus einem durchsichtigen Körper in einen anderen von verschiedener Dichtigkeit, so wird er von seinem ursprünglichen Wege abgelenkt, d. h. gebrochen, vorausgesetzt, daß der Lichtstrahl nicht senkrecht auf die Oberfläche des Körpers von anderer Dichtigkeit fällt. Ein Lichtstrahl wird dem Einfallslothe genähert, oder von demselben entfernt, je nachdem er aus einem schwächer in ein stärker brechendes Mittel übergeht, oder umgekehrt. Fällt ein Lichtstrahl durch ein mit einer gekrümmten Fläche versehenes Mittel, so verhält er sich ebenso, als träte er auf eine ebene Fläche, welche die gekrümmte Fläche in dem Einfallspunkte tangential berührt. Es wird demnach der Lichtstrahl in dem Medium dem Einfallslothe zu gebrochen. Das Refractionsgesetz ist nun, daß der einfallende und der gebrochene Strahl mit dem Einfallslothe in einer Ebene, der Refractionsebene liegen, und daß die Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels in einem constanten Verhältnisse, dem Brechungsverhältnisse, stehen. Diese Sätze liefern uns bei weiterer Analyse den Schlüssel zur Erklärung der verschiedensten Phänomene.

Es müssen hiernach z. B. die Lichtstrahlen, welche aus dem Brennpunkte einer Linse kommen, nach der Brechung durch dieselbe parallel in der atmosphärischen Luft fortgehen, und von einem Gegenstande, welcher in dem Brennpunkte liegt, kann uns deshalb kein bestimmtes Bild durch die Linse erscheinen. Aus diesem Grunde kann auch in der Norm von keinem Punkte der hinteren Wand der Augapfelhöhle ein bestimmtes Bild entstehen, auch wenn die des Menschen hinreichend erleuchtet wäre, indem diese Wand mehr oder weniger genau im Brennpunkte des Systems von brechenden Mitteln des Auges liegt. Wir sind daher nicht im Stande, selbst nicht bei erweiterter Pupille, die Eintrittsstelle des Nervus opticus, die Arter. centralis retinae, den gelben Fleck wahrzunehmen. Der Hintergrund des Auges erscheint uns, wie die verschieden gefärbte Wand einer dunkeln Kammer, bei enger Pupille oder wenigem Lichte schwarz, bei weiter Pupille und vielem Lichte gleichmäßig grau, ungeachtet der schwarzbraunen Farbe des Pigmentes und der gelben und rothen Farbe der übrigen Theile. Die Richtigkeit der Erklärung dieser Thatsache läßt sich durch einfache Experimente beweisen. Man tauche z. B. ein frisches Auge oder ein lebendiges Thier unter Wasser, und auf der Stelle erscheinen uns die im Hintergrunde des Auges liegenden Theile in ihrer natürlichen Farbe und Gestalt, weil der Brennpunkt der brechenden Medien nur dann auf die hintere Wand des Augengrundes fällt, wenn wir das Auge durch die Luft betrachten, das Wasser aber hat ein bedeutenderes Brechungsverhältniß

als die Luft, daher wird der Brennpunkt vor die hintere Wand fallen, wodurch uns die Gegenstände deutlicher erscheinen, gleich wie ein Kerzenlicht ein deutliches Bild in unser Auge schießt, wenn wir es vor oder hinter den Brennpunkt einer Linse stellen, und zwar im ersteren Falle ein umgekehrtes, im letzteren ein aufrechtes Bild. Ähnliche Resultate erzielt man, wenn man dem Auge die Linse nimmt, oder etwas von Humor aqueus ausfließen läßt, vorausgesetzt, daß die Pupille erweitert und der Hintergrund hinreichend erleuchtet ist. Bei erweiterter Pupille sehen wir daher bei Menschen, denen mit Glück der graue Staar operirt ist, den Hintergrund des Auges grau, die Eintrittsstelle des Nervus opticus gelblich, ohne daß wir deshalb berechtigt wären, auf einen sonstigen abnormen Zustand zu schließen. Beim Pigmentmangel des Auges, ohne Verrückung des Brennpunktes, nehmen wir an den entsprechenden Theilen anfangs bloß einen grauen, später, bei Zunahme des Mangels, selbst einen gelblichen, unbestimmt begrenzten Schein wahr, dennoch sind wir nicht im Stande, einzelne Theile, wie z. B. die Blutgefäße, zu erkennen. Wird aber die Retina durch Exsudate undurchsichtig und zugleich aus ihrer natürlichen Lage im Focus der brechenden Mittel weiter nach vorn getrieben, so erscheint uns der Hintergrund des Auges nicht bloß in einer veränderten, meistens gelben oder röthlichen Färbung, sondern wir erkennen auf ihm auch einzelne Theile, und zwar in umgekehrter Lage, um so deutlicher, je mehr die Exsudate nach vorn rücken. Die optischen Gesetze geben uns also ein Mittel an die Hand, die bloßen Farbenveränderungen von organischen Degenerationen z. B. von den Fungus medullaris, der Tuberculosis retinae, den Blutextravasaten, die mit Umfangszunahme verbunden sind, zu unterscheiden.

3. Durch Sammellinsen erhält man hinter der Linse verkehrte Bilder. Bild und Gegenstand sind gleich groß und stehen gleich weit von der Linse entfernt, wenn der Gegenstand um die doppelte Brennweite von der Linse steht, denn Bild und Gegenstand werden vom Mittelpunkt der Linse aus immer in demselben Winkel gesehen. Rückt der Gegenstand dem Glase näher, so entfernt sich das Bild und wird größer. Ist der Gegenstand weiter vom Glase entfernt als die doppelte Brennweite, so liegt das Bild näher und wird kleiner. Von entfernten Objecten erhält man also kleinere umgekehrte, von nahen Objecten große umgekehrte Bilder.

Die brechenden Mittel des Auges bilden ein System von Linsen, das so construirt ist, daß die von einem Objectpunkte ausgehenden Strahlen nur eine bestimmte Stelle der Netzhaut treffen, und daß von dieser Stelle die von anderen Punkten kommenden Lichtstrahlen abgehalten werden; auf diese Weise sind die verschiedenen Stellen der Netzhaut verschieden afficirt, und dadurch wird eine Unterscheidung möglich. Fehlen solche Lichtsondernde Apparate, so kann kein eigentliches Sehen, sondern nur eine Unterscheidung von Licht und Dunkel, von Tag und Nacht stattfinden; doch sind selbst für eine solche Lichtempfindung noch besondere Nervenapparate nothwendig. Diese Art der Lichtwahrnehmung kommt z. B. vor bei Menschen gleich nach der Staphylomoperation, wenn ihnen Cornea und Krystalllinse genommen sind.

Eine unvollkommene Art des Sehens kommt noch vor bei Augen ohne hinreichende sammelnde Medien, aber mit einer dunkeln Cornea, die mit einer kleinen Oeffnung versehen ist. Wenn man nämlich das von einem leuchtenden Punkte ausgehende Licht durch einen Schirm auffängt,

in welchem eine ganz kleine Oeffnung gemacht ist, so wird das durch die Oeffnung fallende Licht einen scharf begrenzten Lichtstrahl bilden; läßt man diesen Strahl auf einen zweiten Schirm fallen, so erhält man einen hellen Fleck auf dunkeln Grunde. Auf diese Weise erhält man in einem ganz dunkeln Zimmer auf einer Wand, welche der feinen Oeffnung im Laden gegenüber steht, ein Bild von jedem sich außerhalb befindlichen Punkte, welcher Lichtstrahlen durch die Oeffnung in's Zimmer sendet, und so entstehen auf der Wand verkehrte Bilder außerhalb befindlicher Gegenstände. Ein Beispiel dieser Art des Sehens habe ich bei einem Kranken beobachtet, dem früher bei der Staphylomoperation die Krystalllinse genommen und ein Stück aus der Leukanatösen Hornhaut geschnitten war. Später bildete sich auf der Mitte der Hornhaut ein kleines, perforirendes Geschwür, durch welches der Kranke, so lange es bestand, helle Gegenstände schwach und undeutlich wahrnahm.

4. Um das hinter Sammellinsen erscheinende Bild mit möglichster Schärfe aufzufangen, muß alles seitliche, nicht dazu gehörige Licht abgehalten und jede Spiegelung der Fläche, auf welcher sich das Bild formirt, möglichst verhütet werden. Zu diesem Zwecke besitzt das Auge, gleich einer Camera obscura, ein schwarzbraunes Pigment. Augen, die zu wenig oder gar kein Pigment besitzen, werden daher leicht geblendet und sind lichtscheu.

5. Bekanntlich vereinigen sich diejenigen Lichtstrahlen, welche durch den Rand einer dioptrischen convexen Linse treten, früher, als die centralen Strahlen, welche mehr durch den mittleren Theil der Linse fallen. Die Centralstrahlen sind nun diejenigen, welche sich im Hauptbrennpunkte der Linse vereinigen und das deutlichste und schärfste Bild geben, während die Randstrahlen s. g. Zerstreuungskreise bilden, welche die Wahrnehmung des Hauptbildes stören. Die Erscheinung wird die sphärische Aberration genannt. Dieselbe ist um so stärker, je näher das leuchtende Object dem dioptrischen Medium liegt. Um die sphärische Aberration möglichst zu verhüten, bedient man sich in optischen Instrumenten der künstlichen Diaphragmen. Der Einfluß derselben auf die Deutlichkeit und Schärfe des Bildes hinter dioptrischen Medien kann auf's schönste am Ophthalmotrop nachgewiesen werden. Man stelle in einer mäßigen Entfernung ein Licht vor demselben auf und accommodire die künstlichen Augen für eine größere Entfernung, so wird das Licht in Form eines Zerstreuungskreises in denselben erscheinen. Jetzt halte man aber ein Kartenblatt, mit einem Löchelchen von der Größe eines Stecknadelpfopfes, vor die Augen des Ophthalmotrops, so wird das Licht auf der Stelle schärfer und deutlicher erscheinen.

Die Stelle der künstlichen Diaphragmen in dioptrischen Instrumenten vertritt im natürlichen Auge die Regenbogenhaut mit ihrer Pupille. Die Regenbogenhaut deckt den Rand der Krystalllinse, und die Pupille verkleinert ihren Durchmesser beim Nahesehen, während sie ihn vergrößert beim Sehen in die Ferne. Wird nun in Folge einer Lähmung des Nervus oculomotorius die Iris unbeweglich und die Pupille erweitert, so sehen die Kranken mit freien Augen, auch wenn die Kraft der Retina unverletzt ist, bei einigermaßen hellem Lichte namentlich nahe Gegenstände schlechter, dagegen weit besser, wenn sie ein mit einem Löchelchen versehenes Kartenblatt vor das Auge halten. Ebenso verhält es sich bei der Irideremie. In diesem physikalischen Experiment besitzen wir demnach ein Mittel, zu beweisen, daß die genannte Störung der Sehfunction allein in der Krank-

heit der Regenbogenhaut und ihrer Nerven ihren Grund hat; denn wäre hier zugleich die Retina mit erkrankt, so würde das Vorhalten des Kartenblattes die Wahrnehmung nicht erleichtern.

6. Nach den Gesetzen der Dioptrik kann das auf der Netzhaut erscheinende Bild sich nur dann vollkommen rein und scharf darstellen, wenn die vom Objecte in das Auge fallenden Lichtstrahlen so gebrochen werden, daß die zu demselben Lichtkegel gehörigen auf einem Punkte der Retina sich schneiden. Fällt der Schneidepunkt vor oder hinter die Retina, so bilden sich Zerstreuungskreise, welche ein verwaschenes, undeutliches und selbst mit dioptrischen Farben vermischtes Bild geben. Solche Zerstreuungskreise entstehen, wenn das Object sich über eine gewisse Grenze, die bei verschiedenen Menschen verschieden ist, zu weit oder zu nahe vor dem Auge befindet. Diese Phänomene gewahrt man beim Scheiner'schen Versuche, nach Einträufelungen von Belladonna in's Auge, oder beim Betrachten eines nahen, aber etwas zur Seite vor das Auge gehaltenen Gegenstandes, während die Sehaxe auf ein fernes Object, z. B. auf ein Fensterkreuz gerichtet ist. Wendet man seine Aufmerksamkeit auf ein einige Fuß entferntes Kerzenlicht, während man das Auge für einen nahe vor dasselbe gehaltenen Gegenstand accommodirt, so entwirft das Licht mehrere verwaschene und etwas farbige Bilder, die von getrennten Zerstreuungskreisen abhängen. Diese getrennten Zerstreuungskreise beweisen, daß die brechenden Mittel unserer Augen nicht vollkommen regelmäßige Krümmungen haben, denn hätten sie die, so würde sich nur ein Zerstreuungskreis zeigen. Kurzsichtige sehen daher entfernte, hellleuchtende Gegenstände oft doppelt und mit dioptrischen Farben, was sie nicht thun, wenn sie eine für die Entfernung passende Brille aufsetzen. Kranke, welche an Amblyopia amaurotica leiden, bei denen mit dem Sinken der optischen Sensibilität zugleich eine Erweiterung der Pupille und Schwächung des Accommodationsvermögens eintritt, klagen häufig über Polyopie und Farbensehen, weil der Refraktionszustand ihrer Augen sich nicht mehr nach der Entfernung der Objecte einzurichten vermag. Diese unter den genannten Umständen eintretenden anomalen Erscheinungen sind wohl zu unterscheiden von dem Vielfach- und Farbigsehen, welches durch partielle Verdunkelungen der dioptrischen Medien oder durch subjective Erregungen der Retina u. s. w. bewirkt wird. Menschen, deren eines Auge kurz- und deren anderes weitsichtig ist, sehen auch oft Farben, wenn sie sehr nahe oder ferne Gegenstände betrachten, weil dabei immer nur ein Auge für die Entfernung des Objectes accommodirt ist.

7. Da ein Object nur dann ein deutliches Bild, in welchem alle einzelnen Punkte, die Lichtstrahlen in's Auge schicken, als gesonderte wahrgenommen werden sollen, auf der Retina entwerfen kann, wenn die Vereinigungsweite der Lichtstrahlen genau auf die Oberfläche der Retina fällt, und da die Vereinigungsweite der Lichtstrahlen von fernen Gegenständen der Linse etwas näher, von näheren der Linse ferner liegt, so folgt daraus, daß zum deutlichen Sehen der Objecte von verschiedener Entfernung physikalische Veränderungen des Auges nothwendig sind, durch welche sein Refraktionszustand der Entfernung der Objecte angepaßt wird. Die Fähigkeit des Auges, solche Veränderungen einzugehen, wird das Accommodationsvermögen genannt. Die Existenz dieses Vermögens ist bewiesen, obgleich die Ursachen desselben noch nicht vollkommen ergründet sind. Diese hat man in den Bewegungen der Iris, in der Verlängerung der Axe des

Auges durch die Muskeln, in den Veränderungen der Convexität der Hornhaut oder der Linse, in der Verrückung der Linse, in der eigenthümlichen Structur der Macula lutea gesucht.

Ein theoretischer Irrthum in der Wissenschaft ist stets, wenn er sich Geltung verschafft, von nachtheiligen Folgen für's Leben. Dies hat sich sehr auffallend bei der falschen Ansicht gezeigt, daß das Accommodationsvermögen von den Augenmuskeln abhängt. Noch in der neuesten Zeit nehmen viele, nicht von geläuterten physiologischen Ansichten geleitete Chirurgen die Durchschneidung einzelner oder mehrerer Augenmuskeln vor, um, je nach ihren Ansichten, die Kurzsichtigkeit oder Weitsichtigkeit dadurch zu heilen. Der Eine durchschneidet nur zwei Muskeln, und der Erfolg war derselbe, als wenn alle vier geraden Muskeln durchgeschnitten wurden. Da die Durchschneidung der geraden Muskeln keinen wesentlichen Einfluß auf den Refraktionszustand ausübte, so wandte man sich an die schiefen Muskeln, obgleich man aus der Physiologie hätte wissen sollen, daß auch diese die Kurzsichtigkeit nicht bedingen können. Ein Anderer durchschneidet den oberen schiefen Muskel, ein Dritter behauptete, der untere schiefe Muskel müsse durchgeschnitten werden, ein Vierter hat sogar den *M. rectus internus*, *externus*, *obliquus inferior* und *superior* durchgeschnitten. Wieder Andere wollten die Fernsichtigkeit durch die Durchschneidung der schiefen Augenmuskeln heilen. Diese groben Mißgriffe würden nicht gemacht worden sein, wenn die bezeichneten Chirurgen klarere physiologische Begriffe über die Ursache des Accommodationsvermögens besessen hätten. Da in den 6 Augenmuskeln nicht die Ursache des Accommodationsvermögens gesucht werden kann, so ist die pathologische Erscheinung erklärlich, daß Schwächungen des Accommodationsvermögens vorkommen, ohne daß die Muskeln dabei im geringsten afficirt sind, indem der Augapfel dabei noch mit derselben Schnelligkeit, Sicherheit und Kraft nach allen Richtungen bewegt und fixirt werden kann, z. B. nach Einträufelung von Belladonna, bei manchen Nervenfiebern, bei manchen Hypochondristen und Wöchnerinnen; daß in anderen Fällen mehrere Muskeln vollständig gelähmt oder durchgeschnitten sein können, ohne eine hervorstechende Beeinträchtigung des Accommodationsvermögens.

Von allen Hypothesen, welche zur Erklärung des Accommodationsvermögens aufgestellt sind, hat die, daß die in der tellerförmigen Grube etwas bewegliche KrySTALLLINSE bei dem Nahesehen um ein Minimum vorrücke, theoretisch am wenigsten gegen sich. Aus dieser Hypothese erklärt sich auch der Umstand, daß nach der Entfernung der KrySTALLLINSE das Accommodationsvermögen immer sehr geschwächt und meistens ganz aufgehoben ist; daß Anschwellungen des CILIARKÖRPERS und dadurch bewirkte Hervordrängung der Linse Kurzsichtigkeit verursachen; daß durch Einträufelung von Belladonna in das Auge nicht bloß die Pupille erweitert, sondern auch das Accommodationsvermögen für nahe Objecte vermindert wird, weil mit der Iris auch das ihr so nahe verwandte Organ, das *Corpus ciliare* geschwächt wird; denn von der Erweiterung und Verengerung der Pupille hängt die Accommodation nicht ab. Ebenso wie die Belladonna, schwächt auch die Lähmung des dritten Hirnnerven, mit der eine mittlere Erweiterung der Pupille verbunden ist, den CILIARKÖRPER, ohne ihn vollständig zu lähmen, indem dieser Organtheil ohne Zweifel auch noch von anderen motorischen Nerven, vom Nerv. *abducens*, *trochlearis* und sym-

pathicus Aeste bekommt, welche die Accommodation in einem geringeren Grade noch zu vermitteln im Stande sind.

Obgleich der Durchmesser der Pupille bei Zunahme des Refraktionsvermögens sich verkleinert, und sich vergrößert, wenn das Refraktionsvermögen abnimmt, so kann man doch beweisen, daß die Aenderung des Durchmessers der Pupille das Accommodationsvermögen nicht vermittelt. Hinge das Accommodationsvermögen von der Aenderung des Durchmessers der Pupille ab, so wäre die Erscheinung unerklärlich, daß dem Auge noch die Fähigkeit, sich Objecten verschiedener Entfernung zu accommodiren, bleibt, wenn die Iris ganz fehlt, oder wenn der Durchmesser der Pupille wegen Verwachsung des Randes derselben mit der Nachbarschaft, oder wegen Lähmung des Nerv. oculomotorius unveränderlich ist.

Ungeachtet nun das Accommodationsvermögen nicht von der Wirkung der Augenmuskeln abzuleiten ist, so steht dieses doch mit den Bewegungen der Augen und namentlich mit der Neigung der Seharen in einem innigen, zum deutlichen und einfachen Sehen nothwendigen Verhältnisse, weshalb die Convergenz der Seharen beim Betrachten naher Objecte größer sein muß, als beim Betrachten ferner. Erlangen nun durch irgend eine Ursache die inneren geraden Augenmuskeln, welche den Seharen die convergirende Richtung geben, ein materielles oder dynamisches Uebergewicht, so kann der Mensch nur nahe Gegenstände deutlich und einfach auf längere Zeit sehen, während er ferne Gegenstände entweder nur auf kurze Zeit deutlich und einfach oder gar nicht mehr zu erkennen vermag. Auf diese Weise gewöhnt er sich, nur nahe Objecte zu betrachten und vernachlässigt das Sehen in die Ferne, wodurch die Augen endlich bleibend einen Refraktionszustand bekommen, der nahen Objecten entspricht. Hier müssen die inneren geraden Muskeln durchschnitten werden, dann gewinnen die äußeren Muskeln mehr Gewalt, so daß der Kranke wieder willkürlich und mit Leichtigkeit den Seharen eine Convergenz zu geben vermag, die fernen Objecten entspricht. Lebt sich der Kranke dann längere Zeit im Betrachten ferner Objecte, so ändert sich allmählig der Refraktionszustand und paßt sich wieder fernen Objecten an. Umgekehrt verhält sich die Sache, wenn die äußeren geraden Muskeln das Uebergewicht gewinnen. Die genannten Fälle sind die einzigen, bei denen eine Muskeldurchschneidung wegen Kurz- oder Weitsichtigkeit von Nutzen sein kann.

8. Kurzsichtigkeit ist derjenige Zustand des Sehvermögens, bei dem nahe Gegenstände deutlich und scharf, ferne dagegen undeutlich oder gar nicht gesehen werden. Er wird durch eine Erhöhung des Refraktionsvermögens hervorgebracht, d. h. durch eine solche physikalische Umänderung oder Stellung der brechenden Mittel des Auges, daß nur Lichtstrahlen naher Objecte zu einem Bilde auf der Netzhaut vereinigt werden, während die Bilder ferner Objecte vor der Netzhaut in den Glaskörper fallen und auf der Retina als Zerstreuungskreise erscheinen.

Als nächste Ursachen der Kurzsichtigkeit lehrt uns die Physiologie bis jetzt nur drei kennen, nämlich 1) den Krampf im Ciliarnervensystem, durch welchen ohne Zweifel eine Locomotion der Linse nach vorn hervorgebracht wird; 2) solche organische Umänderungen der brechenden Mittel, welche entweder die Dichtigkeit derselben vermehren, oder die optische Axe verlängern, wie z. B. Wassersucht der Augenkammern, Keratoconus; 3) organische Verkürzung oder Anschwellung des Ciliarkörpers und seiner Nachbarschaft, welche die Krystalllinse bleibend zu weit nach vorn drängen. In manchen

Fällen läßt sich die Kurzsichtigkeit durch therapeutische Mittel oder durch häufige Anstrengungen zum Sehen in die Ferne beseitigen oder mindern, da es aber aus physiologischen Gründen sehr wahrscheinlich ist, daß nur der Act der Accommodation für nahe Gegenstände activ, und der Zustand der Fernsichtigkeit der der Ruhe ist, so folgt daraus, daß eine schon einigermaßen eingewurzelte Kurzsichtigkeit, bei der die Fasern des Ciliarkörpers durch die lange Dauer der Contraction schon organisch verkürzt sind, nicht mehr durch Uebung gehoben werden kann, indem hier eine antagonistische Kraft fehlt, welche jene Verkürzung auf ähnliche Weise, wie es bei der Verkürzung einzelner Muskeln der Extremitäten durch antagonistische Muskeln geschieht, beseitigen könnte.

Der Winkel, welcher zwischen den im Kreuzungspunkte sich schneidenden Richtungslinien zweier Objectpunkte liegt, ist bekanntlich der Sehwinkel. Dieser Winkel wächst mit der Entfernung der Punkte des Objectes von einander, und da der Winkel zwischen den Richtungslinien vor und hinter dem Kreuzungspunkte sich gleich ist, so wächst auch mit dem Winkel vor und hinter dem Kreuzungspunkte die Entfernung der entsprechenden Punkte des Netzhautbildchens. Gegenstände verschiedener Entfernungen, welche gleichgroße Sehwinkel haben, müssen demnach auch gleichgroße Bilder auf der Netzhaut entwerfen, und ihr Bild muß, wenn sie zu demselben Sehwinkel gehören, dieselbe Stelle der Netzhaut einnehmen. Aus diesem Grunde können uns verschiedengroße Objecte, wenn wir sie in entsprechend verschiedenen Entfernungen wahrnehmen, von gleicher, und gleichgroße Gegenstände in verschiedener Entfernung von ungleicher Größe erscheinen, vorausgesetzt, daß wir andere Merkmale außer Acht lassen, die uns zur richtigen Schätzung der wahren Größe verhelfen. Der Kurzsichtige sieht daher kleine Gegenstände deutlicher als der Weitsichtige, weil dieselben in größerer Nähe gesehen, ihm unter einem viel größeren Gesichtswinkel erscheinen. Ebenso sieht der Kurzsichtige kleine Gegenstände bei einem schwachen Lichte deutlicher, als der Weitsichtige, weil ein Object, wenn es nahe gehalten wird, nach bekannten optischen Gesetzen, unter übrigens gleichen Umständen, mehr Licht in's Auge schickt, als wenn es fern vom Auge gehalten wird. Es ließt daher der Kurzsichtige in der Dämmerung noch mit Leichtigkeit, wo der Weitsichtige gar nicht mehr zu lesen im Stande ist. Diese aus optischen Gesetzen leicht zu erörternden Thatsachen lassen sich durch Experimente am Ophthalmotrop sehr gut beweisen.

Kurzsichtige sehen helle, außerhalb ihrer Sehweite liegende Objecte oft doppelt, ja selbst vielfach, weil sich, wegen unregelmäßiger Krümmungen der brechenden Mittel, gesonderte Zerstreuungskreise auf der Retina bilden, die nur bei richtiger Accommodation ein einfaches, reines Bild geben.

Kurzsichtigkeit verbindet sich häufig mit Schielen und zwar vorzugsweise mit dem nach innen; hier ist aber in der Regel die Kurzsichtigkeit Folge der zu starken Convergenz der Sehaxen, denn obgleich der Refractionszustand sich nicht absolut nach der Neigung der Sehaxen richtet, so kann der mit beiden Augen convergirend Schielende doch nur nahe Gegenstände deutlich und einfach auf längere Zeit sehen, während er ferne Objecte entweder nur auf kurze Zeit deutlich und einfach oder gar nicht mehr zu erkennen vermag. Auf diese Weise wird der Schielende durch Gewöhnung kurzsichtig.

Richtete sich die Neigung der Sehaxen nur nach dem Refractionszustande, was, wie oben bemerkt, nicht der Fall ist, so müßte bei un-

gleicher Sehweite beider Augen stets Schielen eintreten. Da aber bei normaler Beschaffenheit der Muskeln und der Retina die Harmonie zwischen den entsprechenden Bewegungen beider Augen viel inniger ist, als zwischen dem Refraktionszustande und der Stellung der Seharen, so wird die Richtung der Seharen durch einen ungleichen Refraktionszustand beider Augen, wie die Erfahrung, gegen die Behauptung vieler Schriftsteller, lehrt, nicht irregulär. Einen directen Beweis für die aufgestellte Ansicht liefert die Heilung des Schielens bei ungleichem Accommodationsvermögen beider Augen durch die Operation.

9. Besitzt das Auge ein zu geringes Refraktionsvermögen, so fällt das Bild naher Objecte hinter die Retina. Ist das Vermögen, die Augen für nahe Objecte einzurichten, sehr gering, so nennt man das Auge weit-sichtig. Ein solches Auge kann übrigens vollkommen gesund sein, und man nennt es auch gesund, wenn der Grenzpunkt des deutlichen Sehens in der Nähe etwa in einer Entfernung von 20–60 Zoll vom Auge entfernt liegt. Liegt er weiter als 60 Zoll vom Auge entfernt, so kann dasselbe ebenso wenig gesund genannt werden, als wenn es, wegen Lähmung des Accommodationsvermögens, nur auf sehr kurze Zeit im Stande ist, sich für nahe Objecte einzurichten. Der letztere Zustand wird *Hebetudo visus* genannt. Die bei dieser Krankheit vorkommenden Erscheinungen und ihre Heilungsmethode durch convex geschliffene, schwach bläuliche Gläser sind nur mit Hülfe einer genauen physiologischen Kenntniß des Accommodationsvermögens zu begreifen. Fehlt das Accommodationsvermögen gänzlich, so wird das Auge „über-sichtig“ genannt; es besitzt eine sehr geringe Brechkraft und sieht dann weder nahe noch ferne Gegenstände deutlich. So verhält es sich z. B. bei einem am Staar operirten Auge. Das Sehen wird hier, aus bekannten physikalischen Gründen, durch concave Brillen, deren Focal-distanz aber je nach der Entfernung der Objecte verschieden sein muß, bedeutend verbessert, so daß die an diesem Fehler Leidenden selbst zu lesen im Stande sind.

10. Gar nicht selten klagen Augenranke über Doppel- und Vielfach-sehen, welches nicht mit einer fehlerhaften Stellung der Seharen, oder mit einer unrichtigen Accommodation, sondern mit einer partiellen, facettirten Verdunkelung der Hornhaut, oder der Linse, oder ihrer Kapsel zusammenhängt. Diese Verdunkelung wirkt ganz auf dieselbe Weise auf die Lichtbündel sondernd, wie die Löcheln im Kartenblatt beim Scheiner'schen Versuche. Sticht man nämlich in ein Kartenblatt zwei Löcheln näher an einander, als die Pupille im Durchmesser beträgt, und sieht man durch diese Löcheln gegen den hellen Himmel, so bemerkt man zwei lichte Kreise, welche theilweise sich decken, und da, wo sie sich decken, eine lichtere Stelle bedingen, als da, wo sie sich nicht decken. Betrachtet man nun ein Object (am besten eine Nadel) durch die Kartenlöcher so, daß sein Bild in der lichteren Stelle der Lichtkreise schwebt, so erscheint es in der Entfernung des deutlichen Sehens einfach, bei größerer Nähe oder größerer Ferne dagegen doppelt. Die Entstehung der Doppelbilder hängt damit zusammen, daß die Lichtstrahlen sich nur in der Entfernung des deutlichen Sehens auf der Retina vereinigen, während sie, wenn sie von zu nahen Objecten kommen, sich hinter der Retina, und wenn sie von zu fernen Objecten kommen, vor der Retina vereinigen und auf diese Weise Zerstreuungskreise auf die Retina werfen, welche als distincte, aber blasser erscheinen; denn die Löcheln sind so klein, daß durch sie die übrigen

Zerstreuungskreise abgehalten werden. Wird ein zu naher Gegenstand betrachtet, so verschwindet, beim Zuhalten eines Loches im Kartenblatte, das Doppelbild der entgegengesetzten Seite, und beim Betrachten eines zu fernen Gegenstandes das derselben Seite. — Zum Beweise, daß die oben bezeichnete Vervielfältigung der Bilder in Krankheiten auf dieselbe Weise, wie es beim Scheiner'schen Versuche geschieht, veranlaßt werde, dient mir das Verschwinden der Doppelbilder derselben Seite, wenn man die Pupille zur Hälfte mit einem Kartenblatt verdeckt. Dieser physikalische Versuch liefert uns den Beweis, daß die Ursache des Doppelsehens mit einem Auge in einer Abnormität der brechenden Mittel liegt, und nicht, wie es früher geschah, in einer fehlerhaften, durchaus nicht zu definirenden Erregung der Retina zu suchen ist. Da ferner in diesem Versuche beim Verdecken der Pupille immer die Doppelbilder derselben Seite verschwinden, so liefert er uns auch einen neuen Beweis für die Ansicht, daß das Auge im Zustande der Ruhe ein Refraktionsvermögen besitzt, welches nur fernen Objecten entspricht; daher sieht es nur ferne, hellleuchtende Gegenstände. In den Zustand der Unthätigkeit verfällt es wegen der großen Behinderung am Sehen durch die Verdunkelung der brechenden Medien.

11. Es giebt im lebendigen Auge eine Menge von Erscheinungen, welche von kleinen Objecten herrühren, z. B. vom Blut, von Naderchen und Körperchen, die sich in oder auf dem Auge selbst befinden, und die entweder das Licht anders brechen, als die normalen, durchsichtigen Medien, oder undurchsichtig sind und deßhalb unter gewissen Bedingungen Schatten auf die Retina werfen. Zwar ist vielfach, selbst von berühmten Augenärzten, behauptet worden, daß alle Gesichtserscheinungen, welche ohne entsprechende, vom Auge hinreichend entfernt liegende äußere Objecte auftreten, Producte einer physiologischen, oder krankhaft bildenden Thätigkeit der Netzhaut sein müßten, indem kein Auge kurzsichtig genug sei, d. h. keine so große Brechkraft besitze, um die in oder auf dem Auge befindlichen Objecte zur Anschauung zu bringen; daher sähen Kranke die beginnende Cataracte, oder scharf begrenzte Hornhautflecken, oder Flocken, welche nach Staaroperationen im Humor aqueus herumschwimmen, nicht.

Dieser Satz, in der angegebenen Art hingestellt, findet auf die optischen Körper keine Anwendung, weil diese nicht dadurch zur Anschauung kommen, daß sie ein wirkliches Bild von sich, sondern unter gewissen Bedingungen einen Schatten auf die Retina werfen. Die Erscheinungen, welche von solchen Körperchen herrühren, bilden für Pathologie und Diagnostik einen höchst wichtigen Gegenstand, und liefern uns ein sprechendes Beispiel von der Wichtigkeit der physiologischen Optik für die Krankheitslehre, daher erlaube ich mir hier, etwas ausführlicher darauf einzugehen.

Hat das die Medien des Auges durchlaufende Licht in denselben eine passende convergente Richtung, wobei von jedem Punkte des Objectes ein Lichtkegel in das Auge fällt, dessen Spitze im leuchtenden Punkte und dessen Basis auf der Cornea liegt, und dem ein anderer Lichtkegel, dessen Basis ebenfalls auf der Cornea und dessen Spitze bei richtiger Adaption des Auges auf der Retina liegt, entspricht, so können Körperchen von großer Kleinheit im eigenen Auge nur gesehen werden, wenn sie nahe vor der Retina liegen; denn es giebt bekanntlich so viele Lichtkegel und es zeichnen sich auf der Retina so viele Punkte ab, als leuchtende Punkte eines Objectes Lichtstrahlen in's Auge schicken. Ein dunkler Fleck in der Hornhaut, oder in der Krystalllinse u. s. w., der kleiner ist als die Pupille, könnte daher

wohl den Durchtritt einiger Lichtstrahlen eines oder mehrerer dieser Lichtkegel hemmen, keineswegs aber einen Punkt des Gegenstandes gänzlich unsichtbar machen, d. h. einen Theil der Retina beschatten, indem die übrigen ungehindert durchtretenden Lichtstrahlen noch hinreichen, um ein vollständiges, nur etwas dunkleres Bild auf der Retina zu entwerfen. Liegen aber kleine, das Licht anders, als die normalen durchsichtigen Medien des Auges brechende, oder dunkle Körperchen in geringer Entfernung vor der Retina, so können diese eine unregelmäßige Brechung der Lichtstrahlen und dadurch Farbenscheinungen im Auge hervorrufen, oder Schatten auf die Retina werfen und einzelne Stellen eines Objectes unsichtbar machen. Je näher der Retina das die Lichtstrahlen auffangende Körperchen liegt, um desto kleiner, schärfer begrenzt und dunkler wird der von ihnen geworfene Schatten sein, und je weiter von derselben entfernt es sich befindet, um desto größer, blasser und verwaschener wird der Schatten erscheinen.

Die von den gedachten Körperchen, von deren Natur ich in meinem Lehrbuche der Ophthalmologie ausführlich gehandelt habe, herrührenden Erscheinungen sind unter dem Namen der *Mouches volantes* bekannt; sie zeigen sich unter mannigfaltigen Modificationen, obgleich sie alle auf wenige Grundformen zu reduciren sind. Ihre Grundform ist immer die kreisrunde und ihre Schattirung hängt von der Stärke des Lichtes ab; sie brechen das Licht in der Art, wie ein Wassertropfen unter dem Microscope, der mit einem dunkeln Rande und bei intensivem Lichte selbst mit diffractorischen Farbenringen umgeben erscheint, während die Mitte erleuchtet ist. Dieser dunkle Rand wirft dann einen Schatten auf die Retina, der bei manchen auch einen dunkeln Mittelpunkt zeigt. Der Schatten ist um so dunkler, je geringer die Lichtstärke ist.

Viele dieser Körperchen liegen zerstreut und einzeln, andere in unregelmäßigen Gruppen und in verschiedener Zahl neben einander, und scheinen durch feine Fädchen mit einander vereint zu sein. Andere reihen sich rosenkranzförmig an einander und bilden so Schnüre, die aber keine Seitenwände haben und in denen man die einzelnen kugelartigen Elemente noch deutlich unterscheidet. Diese Schnüre durchkreuzen sich oft vielfach mit einander und bilden knotenförmige Schlingen. Sie sind oft lang gestreckt, oft schlangen- oder knieförmig gebogen, und in dem Knie sieht man dann stets ein größeres Kugelchen. Bei manchen kommen auch Kugelchen vor mit einem oder zwei Schwänzen. Diese haben nach den davon entworfenen Zeichnungen eine große Aehnlichkeit mit Spermatozoen, besonders die mit einem Schwanze. Haben sie zwei Schwänze, so stehen sich dieselben diametral gegenüber. Diese geschwänzten Körperchen sind offenbar nichts Anderes, als einzelne Kugelchen, die sich von jenen gruppenförmig gelagerten und durch Fädchen mit einander verbundenen isolirt haben. Noch seltener kommen größere Kugelchen mit zwei bis drei dunkeln Kernen vor, die große Aehnlichkeit mit Epitheliumzellen der Zunge haben, deren Kerne durch Essigsäure sichtbar gemacht sind. Die eben beschriebenen *Mouches volantes* erscheinen alle unter den gehörigen Verhältnissen deutlich und mit scharf begrenzten Conturen. Hinter ihnen, bei aufrechtstehendem Kopfe, oder unter ihnen, bei gesenktem Kopfe, z. B. beim Blicke in ein Microscop, befindet sich eine zweite und selbst eine dritte Lage, deren einzelne Körperchen im Allgemeinen jene oben beschriebene Form haben, aber nebel förmig und mit verwaschenen Umrissen erscheinen. Die dritte Lage ist immer viel blasser und verwaschener als die zweite. Die erste Schicht erscheint deshalb deut-

licher, weil sie der Retina um ein Weniges näher als die zweite und dritte liegt. Eine vierte Schicht habe ich nie mit Sicherheit wahrnehmen können, obgleich sie gewiß existirt, und mehrere meiner Freunde sie zu sehen behaupteten. Die beschriebenen Charaktere dieser Erscheinungen kommen mit geringen Modificationen, nicht bloß unter verschiedenen Umständen und zu verschiedenen Zeiten, sondern auch bei verschiedenen gesunden und kranken Menschen vor. Sie bilden an und für sich keine pathologische Erscheinung und haben keine amaurotische Bedeutung.

Die Richtigkeit der Theorie von den angegebenen Erscheinungen können wir durch ein einfaches physikalisches Experiment mit meinem Ophthalmotrop beweisen; befestigt man nämlich unmittelbar auf dem Glase desselben, welches die Cornea vorstellt, vor und hinter der Linse, in verschiedenen Entfernungen von dem Glase, welches die Retina vorstellt, Schnüre von feinen, durchsichtigen Glasperlen, und richtet man dann das Ophthalmotrop gegen den hellen Himmel, so sieht man ganz dieselben Erscheinungen, wie die im eigenen Auge: nämlich nur die Perlen, welche ganz nahe vor der künstlichen Retina liegen, erscheinen in dunkeln, distincten Schatten, während die, welche weiter von der Retina entfernt liegen, größere, verwaschene, hellere Schatten bilden; die noch weiter entfernt liegenden kommen aber unter diesen Umständen gar nicht zur Wahrnehmung.

Dieselben physikalischen Grundsätze sind bei der Beurtheilung des Einflusses partieller Verdunkelungen der brechenden Mittel auf die Wahrnehmung der Objecte in Anwendung zu bringen, von dem die Pathologen meistens noch sehr irrige Ansichten haben und in vielen Fällen die Entstehung des Schielens, des Nystagmos u. s. w. ableiten.

Klebt man auf die Cornea des künstlichen Auges ein rundes Stück Papier von einem etwas geringeren Durchmesser, als der der Pupille ist, so werden trotzdem alle Objecte, auf welche das Auge gerichtet ist, deutlich und scharf auf dem Glase, welches die Retina vorstellt, erscheinen, und zwar nicht bloß die, welche zur Seite, sondern auch die, welche in der Richtung der optischen Achse, also in der des künstlichen Fleckes liegen. Auch das natürliche, mit einer Macula oder Cataracta centralis behaftete Auge sieht unter ähnlichen Verhältnissen alle im Sehfelde liegenden Objecte, aber am deutlichsten die, welche ihr Bild auf die Macula lutea werfen. Wollte aber das Auge, um einen in der Richtung der optischen Ase vor ihm liegenden Gegenstand deutlicher zu sehen, sich zur Seite wenden, so würde das Bild dennoch, obgleich es dadurch in seiner physikalischen Schärfe und Deutlichkeit weder etwas verlöre noch gewönne, von der Seele undeutlicher wahrgenommen werden, weil das die Aufmerksamkeit in Anspruch nehmende Object sein Bild auf einen seitlichen Theil der Retina würfe, von dem immer nur ein undeutliches Bild auf die Seele übertragen wird. Wäre hierbei das andere Auge gesund, und verharrete dasselbe in seiner directen Richtung, so müßte zugleich Doppelsehen entstehen, was die Wahrnehmung noch mehr stören würde. Es liegt hier also durchaus kein Grund zur Entstehung einer falschen Avenstellung der Augen vor. Ganz ebenso verhält es sich, wenn ein Leukom von der einen oder der anderen Seite die Hornhaut so weit überdeckt, daß nur ein kleiner Theil der Pupille frei bleibt, oder wenn der mittlere oder ein seitlicher Theil der Krystalllinse verdunkelt ist, was man leicht dadurch nachweisen kann, wenn man ein Stückchen Papier auf die entsprechenden Theile des Ophthalmotrops klebt. Befindet sich aber ein Leukom auf der Hornhaut, welches so groß ist, daß

es den ganzen Pupillarrand bedeckt, so wird durch keine Stellung des Auges eine nur einigermaßen deutliche Wahrnehmung der Objecte möglich werden. Verdunkelungen, welche unmittelbar hinter der Pupille sitzen, aber noch einen kleinen Theil derselben frei lassen, stören die Wahrnehmung der Objecte nur in der Art, daß sie das Bild im Ganzen etwas dunkler, aber keineswegs einen Theil des Objectes ganz unsichtbar machen. Auch hier hat die Stellung des Auges durchaus keinen Einfluß auf die physikalische Deutlichkeit und Helligkeit des Retinalbildes. Verdunkelungen im Hintergrunde des Auges stören um so mehr die Helligkeit und Deutlichkeit des Bildes der Objecte, je größer sie sind, und je näher sie vor der Retina liegen. Schon sehr kleine Verdunkelungen, die unmittelbar vor der Retina liegen, können, vorzüglich wenn sie in der optischen Axe liegen, den Zutritt aller Lichtstrahlen zur Retina, welche von einem Punkte, oder von ganzen Objecten in das Auge fallen, verhindern und dadurch einzelne Punkte oder ganze Objecte unsichtbar machen. Durch eine schiefe Stellung des Auges zu dem Objecte der Fixation wird auch hier nichts gewonnen, höchstens können die Objecte dadurch zur indirecten Anschauung gelangen, die aber immer eine sehr undeutliche Wahrnehmung gewährt. Einen ganz ähnlichen Einfluß üben partielle Lähmungen der Retina auf das Sehen aus.

Aus obigen Angaben wird man den geringen Werth des in neuerer Zeit häufig gemachten Vorschlages entnehmen, bei ausgedehnten Verdunkelungen der Cornea auf der einen Seite den geraden Muskel der entgegengesetzten Seite zu durchschneiden, um dadurch dem Auge, zum Zwecke der deutlicheren Wahrnehmung der Objecte, eine zweckmäßigere Stellung zu geben. Ist man sich bei derartigen Verdunkelungen der Cornea über den etwaigen Erfolg einer solchen Operation nicht klar, so ahme man die vorhandene Verdunkelung der Cornea des natürlichen Auges durch Aufkleben von Papierstückchen auf die Cornea des künstlichen Auges des Ophthalmotrops nach, und gebe dann dem letzteren verschiedene Stellungen, um deren Einfluß auf die Verbesserung des Bildes auf der Retina zu beurtheilen. Hierdurch erlangt auch derjenige, dem die physikalischen Gründe nicht klar sind, stets sichere Anhaltspunkte für die Indicationen zu der gedachten Operation.

In dem Bisherigen war nur von solchen entoptischen Erscheinungen die Rede, welche zur Anschauung kommen, wenn die im Innern des Auges verlaufenden Lichtstrahlen ihren Vereinigungspunkt auf der Retina haben. Anders verhält sich die Sache, wenn der Vereinigungspunkt weit hinter der Retina liegt, oder wenn jene Lichtstrahlen parallel oder selbst divergent sind. Unter diesen Umständen kommen Zellen, Körperchen, Verdunkelungen und Blutgefäße, welche, obgleich von außerordentlicher Kleinheit, weiter von der Retina entfernt, im Glaskörper, oder in der Linse, oder im Humor aqueus, oder auf der Hornhaut liegen, zur subjectiven Anschauung.

Fällt in's Auge Licht, dessen Centrum in der Nähe der vorderen Brennpunktebene liegt, so werden die im Innern des Auges verlaufenden Lichtstrahlen beinahe parallel sein. Liegt der leuchtende Punkt in geringer Entfernung von der vorderen Focalebene, so erhalten die inneren Strahlen eine geringe Convergenz, und das Centrum, oder der reelle Vereinigungspunkt, liegt in beträchtlicher Entfernung hinter dem Auge. Befindet sich der leuchtende Punkt nahe hinter der vorderen Focalebene, so erhalten die inneren Strahlen eine geringe Divergenz, und das Centrum, oder der virtuelle Vereinigungspunkt, liegt in größerer Entfernung vor dem Auge.

Diese Entfernung wird unendlich groß, oder das die Medien des Auges durchlaufende Licht wird parallel, wenn der leuchtende Punkt vor dem Auge in der vorderen Brennpunktebene selbst liegt.

Es stehen verschiedene Mittel zu Gebote, Licht von beträchtlicher Vereinigungsweite im Innern des Auges zu erzeugen. Die in die Nähe der vorderen Brennpunktebene zu bringende Lichtquelle kann in einer sehr feinen Oeffnung eines 1 oder $1\frac{1}{2}$ Centimeter vor die Vorderfläche der Hornhaut gehaltenen Schirmes bestehen, welche Licht von möglichst gleicher Intensität und Farbe von einem hinreichend ausgedehnten, hellen Hintergrunde durchläßt. Zum Schirm dient jeder dunkelfarbige Carton, oder auch ein gewöhnliches Kartenblatt. Die Oeffnung kann mittelst einer feinen Nähnadel gemacht werden. Als Hintergrund dient bei Tage der blaue oder gleichmäßig bewölkte Himmel, eine weiße, von der Sonne beleuchtete Wand oder Papierfläche, Abends jeder helle, die Lichtstrahlen diffundirende Lichtschirm. Man kann ferner jedes reelle oder virtuelle, sowohl dioptrisch oder katoptrisch erzeugte, sehr verkleinerte Bild eines leuchtenden Gegenstandes von geringer Ausdehnung auf dunkeln Hintergrunde in die erforderliche Nähe vor das Auge bringen. So läßt sich z. B. das kleine virtuelle Spiegelbild einer Lichtflamme auf einer stark converen Stelle der glatten Oberfläche eines Fingerringes hierzu benutzen. Ganz ähnlich wirken Abnormitäten der Cornea, der Iris, welche dem Lichte nur eine sehr kleine Oeffnung übrig lassen; daher haben Kranke, welche mit derartigen Augenfehlern behaftet sind, ganz ähnliche entoptische Erscheinungen, wie Gesunde, welche die obigen künstlichen Mittel anwenden. Das Studium dieser Erscheinungen ist daher von besonderer Wichtigkeit für die Pathologie.

Im nahezu parallelen Lichte sehen wir a) ein mäßig erleuchtetes, fast kreisförmiges Feld, den seiner Form nach durch die Pupille bestimmten, sogenannten Zerstreuungskreis. Hat dieser Zerstreuungskreis eine auffallende Abweichung von der Kreisform, ein sehr eckiges, bucktiges Ansehen, oder ragen einzelne dunkle Streifen tiefer in sein Feld hinein, so rührt dies von Abnormitäten des Pupillarrandes her, die oft, wenn sie nicht allzubedeutend sind, ohne dieses physikalische Hülfsmittel nicht mit Sicherheit zu diagnostizieren sind. Wie wichtig eine solche Diagnose für die Pathologie und Therapie ist, weiß ein jeder Ophthalmologe. Uebrigens braucht hier wol kaum bemerkt zu werden, daß wir unsere Pupille in umgekehrter Lage, d. h. in ihrer Ebene um 180° gedreht, im Horopter sehen; demnach befinden sich Abnormitäten, die wir am oberen Rande des Zerstreuungskreises bemerken, am unteren Rande der Pupille.

In manchen Fällen wird es dem Beobachter sehr schwer, den Wechsel in der Größe der Pupille an kranken Augen wahrzunehmen. Ist aber noch irgend ein Minimum eines solchen Wechsels vorhanden, so erkennt dieses der Kranke selbst leicht, wenn er einigermaßen Geschick hat, entoptisch an den Veränderungen in der Angulargröße des Zerstreuungskreises. Man benutzt hier nämlich am zweckmäßigsten die consensuelle Reflexbewegung der Iris, welche durch den Einfluß des Lichtwechsels auf das andere Auge verursacht wird. Oeffnet man nämlich das vorher geschlossene andere gesunde Auge plötzlich, während das Individuum den Schirm mit dem Löchelschen vor das zu prüfende Auge in passender Entfernung hält, so nimmt es die etwa entstehende Verengerung der Pupille wahr, und auf das Schließen des anderen Auges erfolgt alsbald eine Erweiterung. Um bei diesem Experiment zu einem richtigen Resultate zu gelangen, ist es

dringend nothwendig, daß Kopf und Schirm möglichst ruhig gehalten werden. Es wird nämlich der Zerstreuungskreis größer oder kleiner, wenn durch geringe Versezungen der Lichtquelle diesseits oder jenseits der vorderen Brennpunktebene das Licht im Auge divergent oder convergent wird, welches vorher vielleicht nahezu parallel war.

b) Bemerkt man die oben beschriebenen Mouches volantes in großer Zahl.

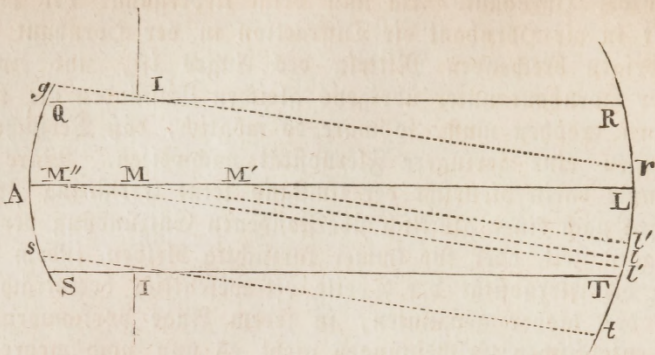
c) Nimmt man häufig beim Blinzeln kleine, durchsichtige Körperchen wahr, die wie Wassertropfchen im Zerstreuungsfelde herabzugleiten scheinen. Sie entstehen durch capillare Anhäufung der feuchten Schicht rings um und auf einzelnen Schleimklümpchen oder mechanisch eingemischten, fremdartigen, feinen Körperchen, Staubtheilchen u. dgl. Die auf der Cornea so entstehenden localen, meniscusartigen Erhöhungen wirken wie kleine Sammellinsen im Sonnenschein und geben im beleuchteten Theil auf der Retina ein nahezu deutliches und umgekehrtes Bild der Lichtquelle inmitten eines schattigen Raumes, welcher der Ausdehnung der kleinen Ungleichheit entspricht. Bei einem Schirm mit dreieckiger Oeffnung (wie man sie leicht mit einer Zirkelspitze sticht) erscheint jeder Tropfen mit einer dreieckigen, centralen Lichtfigur in gleicher Stellung, wie die Oeffnung, und ebenso werden zwei oder drei kleine, sehr nahe stehende Oeffnungen von jedem Tropfen in aufrechter Stellung wiederholt, woraus die verkehrte Stellung der auf der Retina liegenden Bilder folgt. Die Bewegung nach unten aber rührt von einer wirklich nach oben gehenden Bewegung her, die das aufwärts gezogene Augenlid, unter wesentlicher Mitwirkung der Viscosität des schleimigen Theiles des Ueberzuges, verursacht. Der sehr bewegliche, flüssige Ueberzug der Vorderfläche des Augapfels, der bei jedem Augenlid-schlage gleichsam neu geweckt wird, und aus den, ihrem Viscositätsgrade nach sehr verschiedenen, Secreten der Bindehaut, der Meibom'schen Drüsen in den Liedern, der Ciliiar-Haarbälge und der Thränendrüse zusammengesetzt ist, bietet je nach den verschiedenen physiologischen und pathologischen Zuständen der Theile große Verschiedenheiten dar, und so dürfte die entoptische Beobachtung dieses Befeuchtungsmechanismus, bei weiterer Verfolgung, sowohl für den Physiologen als für den Arzt nützlich werden.

d) Bemerkt man bei dem angegebenen Experiment die durch mechanischen Druck des Augapfels kraus gewordene Vorderfläche der Hornhaut. Wenn das Auge vor der Beobachtung eine Zeit lang geschlossen und von vorn gedrückt oder gerieben worden ist, so zeigt das ganze Zerstreuungsfeld, außer den bisher betrachteten, schneller wechselnden Erscheinungen, eine ziemlich gleichförmig vertheilte Verschleierung von größeren und unbestimmt begrenzten, dunkelen Flecken und Linien, welche bald ein gestreiftes, bald ein nebartiges oder wolliges Ansehen darbieten. Während der Bewegung der Augenaxe behalten die Bestandtheile dieses grobmascigen Gewebes ihre gegenseitige Lage und verschieben sich dabei merklich im Zerstreuungskreise nach einer der Bewegung des Visirpunktes entgegengesetzten Richtung. Wir erkennen darin die durch den äußeren Druck an der converen Oberfläche der Cornea verursachten Unebenheiten, welche sich durch wesentliche Modificationen der an dieser Grenzfläche stattfindenden Refraction entoptisch kundgeben. In Fällen, wo abgegrenzte, im Zerstreuungsfelde erscheinende Theile der Hornhaut verschiedene Grade der Biegsamkeit und Geschmeidigkeit besitzen, kann diese Beschaffenheit durch die eigenthümliche Verschiedenheit in der Zeichnung ganzer Theile des Gewebes erkennbar werden. Die stärkeren Flexuositäten deuten auf eine größere Geschmeidigkeit der betreffen-

den Stellen der Hornhaut. Da nun beim Uebergange der Lichtstrahlen von der Luft in die Hornhaut die Diffraction in der Hornhaut stärker als in allen übrigen brechenden Mitteln des Auges ist, und eine größere Festigkeit der Hornhaut unter übrigens gleichen Umständen die Brechkraft derselben erhöhen muß, so wäre es möglich, daß Versuche an kurzsichtigen Augen eine geringere Flexuosität nachweisen. Wäre dies der Fall, so könnte darin vielleicht der Umstand seine Erklärung finden, daß manche Augen nach einer glücklich überstandenen Entzündung der Hornhaut oft auf längere Zeit, oder für immer kurzsichtig bleiben, indem durch eine Entzündung die Flexuosität der Theile oft wesentlich beeinträchtigt wird.

Außer den bisher genannten, in jedem Auge vorkommenden, veränderlichen entoptischen Erscheinungen giebt es nun noch mehr, die nur in wenigen Augen, vermöge besonderer Eigenthümlichkeiten oder pathologischer Zustände, vorkommen. Es sind dahin namentlich die Fälle zu rechnen, in denen sich in der wässerigen Feuchtigkeit filamentöse, membranöse oder sonstig gestaltete organische Gebilde, Rudimente, Entozoom u. dgl. befinden, welche in der vorderen Augenkammer ganz frei, oder nur theilweise an der Wandung haftend, herumschwimmen, und durch mechanische Einwirkungen, wie Wendung des Auges, Erschütterung des Kopfes, zufällig in den wirksamen Strahlencylinder treten, und so, wenn sie diaphan sind, durch Verschiedenheit ihres Brechungsverhältnisses von dem der umgebenden Flüssigkeit, oder aber durch eigenthümliche Färbung und Opacität entoptisch wahrnehmbar werden. Solche in der wässerigen Feuchtigkeit flottirende Körper werden alsdann Scotome verursachen, die sich von den oben beschriebenen gewöhnlichen Mouches volantes sowohl durch Form und Beweglichkeit, als vorzüglich durch einen hohen Grad von Undeutlichkeit bei gewöhnlichem Sehen unterscheiden. Einen derartigen Fall habe ich in meinem Lehrbuche der Ophthalmologie S. 154. mitgetheilt.

e) Die meisten Augen nehmen noch verschiedene beharrliche Gegenstände im Zerstreuungsfelde wahr, welche in mehrfacher Hinsicht bei verschiedenen Augen große Verschiedenheiten darbieten. Wegen der Frequenz und der Mannigfaltigkeit der in jedem Auge wahrnehmbaren veränderlichen Erscheinungen ist zur Entdeckung beharrlicher Binnenobjecte des Auges zuvörderst eine länger fortgesetzte und öfter wiederholte Beobachtung erforderlich, denn nur dadurch wird es gelingen, das Bewegliche und Wandelbare von dem Bleibenden gehörig zu unterscheiden und abzuondern. Hat sich der Beobachter erst mit den constanten entoptischen Schattenbildern bekannt gemacht, so wird er auch bald im Stande sein, unter Berücksichtigung der nachfolgenden physikalischen Erörterungen, die Stelle der gesehenen Objecte oder einzelner Theile derselben näher zu bestimmen. Befinden sich an bestimmten Orten im Auge auf dem Wege, welchen die zu einem System nahezu parallelen Strahlen durchlaufen, undurchsichtige Körper oder solche durchsichtige, deren Brechungsindex von dem des benachbarten Mediums verschieden ist, so müssen solche Körper auf bekannte Weise durch Schlagschatten, oder durch partielle Ablenkung der Strahlen im Auge wahrnehmbar werden. Es stelle die bestehende Figur in einem verticalen Durchschnitt des Auges Q. A. S. die erste Grenzfläche, I. P. die Pupille, R. L. T. die Retina und A. L. die Axe vor. Setzen wir zuvörderst die Lichtquelle in den vorderen Brennpunkt, so wird, bei concentrischer Diaphragmaöffnung, der Visirpunkt in der Mitte des Zerstreuungskreises liegen, und alle inneren Strahlen werden mit der Axe parallel gehen.



Q. R. und S. T. sind hier die Grenzstrahlen des zur Axe parallelen inneren Lichtes. Nehmen wir auf der Axe drei Derter, M, M', M'', an, auf welcher sich schattenwerfende Körper befinden, der erste in der Ebene des Diaphragmas, der zweite vor, der dritte hinter derselben, so werden in dieser Stellung des Auges die drei opaken Körper nur einen Schatten in die Mitte L. des auf der Retina liegenden beleuchteten Feldes R. T. werfen, und entoptisch als ein einziges Object in der Mitte des Zerstreuungskreises erscheinen. Sind ferner in einer anderen Stellung, z. B. bei der Richtung der optischen Axe nach unten g. r. und s. t. die Grenzstrahlen, so werden nunmehr die drei Körper M, M', M'' drei verschiedene Schattenstellen, l, l', l'', auf die Retina werfen, und somit jetzt getrennt erscheinen. Ein Blick auf die Figur (unter Berücksichtigung der verkehrten Lage der Netzhautbilder) läßt leicht erkennen, daß in beiden Stellungen der Körper M. in der Mitte des Zerstreuungskreises erscheint, die beiden anderen aber beim Uebergange aus der ersten in die zweite Stellung eine Versetzung im Zerstreuungskreise, M' nach oben und M'' nach unten, erleiden. Diese Ortsänderungen würden bei aufwärts gehender Bewegung des Visirpunktes die entgegengesetzten sein. Ähnliche Schlüsse gelten für solche Objecte, welche nicht in der Axe liegen. Es ergibt sich hieraus, daß die beharrlichen Binnenobjecte, je nach der Entfernung von der Ebene des Diaphragmas, Veränderungen in ihrer scheinbaren Lage unter sich und gegen den Zerstreuungskreis durch die Bewegung des Visirpunktes erleiden, daß nämlich alle hinter der Pupille befindlichen Objecte eine mit den Bewegungen des Visirpunktes gleichsinnige, alle vor der Pupille stehenden aber eine entgegengesetzte Bewegung im Zerstreuungskreise zeigen, und daß nur Objecte in der Ebene der Pupille von diesem Einflusse frei sind. Derselbe ist um so größer, je weiter nach der einen oder der anderen Seite von der Ebene der Pupille die Körperchen entfernt sind.

Die beharrlichen Binnenobjecte bieten nur einen quantitativen Unterschied, also keine scharfe Grenze zwischen normaler und abnormer Beschaffenheit dar. Die Vergleichung derselben aber mit nur in größerem Maße eintretenden, und daher von außen objectiv am Auge wahrnehmbaren Verdunkelungsformen, wie sie bei vielen Krankheiten der Hornhaut, der Linse, des Glaskörpers vorkommen, ist geeignet, den allmählichen Uebergang zwischen normalen und pathologischen Zuständen des Linsensystems durch die angegebene entoptische Beobachtung zu erläutern; so zeigen namentlich sehr viele Staarformen, besonders die stern- und punktförmigen, abgesehen von dem höheren Grade der Opacität und Ausdehnung, auffallende Ähnlichkeit mit den beharrlichen entoptischen Erscheinungen gesunder Augen.

Beim ersten Beginn der cataractösen Trübung, wo der Kranke noch wenig oder gar nicht im Sehen beeinträchtigt wird, vermögen wir auf die angegebene Weise dem Kranken die widernatürlichen Trübungen zur subjectiven Anschauung zu bringen. Sie werden unter dem angegebenen Experiment schon früher von Kranken wahrgenommen, als es möglich ist, sie von außen objectiv zu erkennen. Auf diese Weise sind wir demnach nicht allein im Stande, die gradweise Ausbildung der Trübung zu verfolgen, sondern auch eine sichere Diagnose zwischen der beginnenden Trübung der brechenden Mittel und der Amblyopia amaurotica zu stellen.

Bei weitem in den meisten Augen finden sich Stellen in den brechenden Medien vor, welche den regelmäßigen Gang einer geringeren oder größeren Menge von Lichtstrahlen stören. Der Nachtheil, der bei gesunden Augen aus dieser Eigenthümlichkeit für die gewöhnliche Sehfunction erwächst, wo sich die regelmäßig verlaufenden Lichtstrahlen in ganz scharfen oder nahezu scharfen Bildern auf der Netzhaut vereinigen, ist ebensowenig merklich, als wenn sich im Objectivglas eines Fernrohrs kleine, partielle Trübungen oder Luftbläschen befinden. Sobald aber die Menge des in dieser Weise absorbirten oder perturbirten Lichtes gegen die des unversehrten in ein erhebliches Verhältniß tritt, so wird daraus unfehlbar eine merkliche Beeinträchtigung erwachsen.

Die beharrlichen Binnenobjecte stellen sich nun auf dem florartigen Hintergrunde des Zerstreuungskreises in sehr verschiedenen Zeichnungen dar. Die von der Cornea herrührenden Erscheinungen, als dunkle Flecken, Streifen, helle Lichtzellen, geben sich entoptisch dadurch zu erkennen, daß sie eine merkliche Bewegung zeigen, die der des Visirpunktes entgegengesetzt ist. Alle diejenigen, welche weder unter einander, noch gegen eine bestimmte Stelle des Zerstreuungskreises erkennbare Verschiebungen in Folge der Bewegungen des Visirpunktes erleiden, müssen entweder der vorderen Kapselmembran, oder der Vorderseite der Linse zugezählt werden. Weiter nach hinten, also im Innern der Linse oder an der hintern Kapsel liegende beharrliche Binnenobjecte sind bis jetzt nicht entoptisch beobachtet. Jedoch werden sie bei beginnenden Kapselstaaren und Trübungen des Glaskörpers gewiß zu beobachten sein. Sie würden sich, ähnlich den Mouches volantes, durch eine merkliche Bewegung erkennen lassen, welche mit der des Visirpunktes gleichnamig ist. — Im vorderen Linsenapparate sind bis jetzt verschiedene beharrliche Binnenobjecte nachgewiesen, und zwar a) Perlflecken oder runde Scheibchen, die immer hell, meist mit scharfem, dunkeln Rande versehen sind. b) Dunkle Flecken, die sich von den Perlflecken nicht bloß durch den Mangel eines hellen Kerns, sondern auch durch die größere Mannigfaltigkeit in der Gestalt unterscheiden. c) Lichte Streifen. Diese bilden meist eine Art dendritischer Figur, mit einem mehr oder weniger ausgesprochenen Centrum. d) Dunkle Linien, welche sich von den lichten Streifen nicht nur durch dunkles Ansehen, sondern auch durch geringere Breite, mindere Deutlichkeit und mehr geradlinigen Verlauf unterscheiden.

Die Ansicht, daß die in den meisten gesunden Augen vorkommende Lichtstreifenfigur das Bild eines durchsichtigen, nabelförmigen Gebildes mit nath- und wulstähnlichen Zweigen in der vorderen Kapselmembran sei, herrührend von der im Focalzustande erfolgenden Trennung dieses Kapseltheiles von der Innenseite der Hornhaut, muß ihre Bestätigung oder Widerlegung erst in ferneren, zu diesem Zweck anzustellenden, anatomischen Beobachtungen dieses Organs finden. Von den anderen Arten, den hellen

und dunkeln Flecken, sowie den dunkeln Linien (welche ebenfalls in den meisten gesunden Augen gefunden werden) darf man aus mehreren Indicien schließen, daß sich durchsichtige Zellen, welche die Erscheinung von hellen Flecken bedingen, unter der vorderen Kapsel ausgesondert haben; daß ferner durch cataractähnliche, stellenweise gebildete Verdunkelungen beider Organe, der Kapsel und der Linse, die dunkeln Flecken entstehen können, die alsdann häufig im nahen Zusammenhange einerseits mit der gedachten Vernarbung in der Kapselmembran, andererseits mit der organischen Structur der Linsenschichten stehen mögen; daß endlich die dunkeln Linien der entoptische Ausdruck von Spalt- oder Absonderungsrichtungen sein können, welche in der Kapsel mit der Art des Schlusses und der Vernarbung bei ihrer Ablösung von der Hornhaut, in der Linse mit ihren sectorförmigen Bestandtheilen in anatomischer Beziehung stehen. Auch darf hier auf den möglichen Zusammenhang der bei den bisherigen Beobachtungen durchgängig objectivlos befundenen Membran der hinteren Kapsel mit der Seltenheit sogenannter hinterer Kapselstaare aufmerksam gemacht werden. Genaue Abbildungen und ausführliche Beschreibungen der beharrlichen Binnenobjecte findet man in Listing's Beitrag zur physiologischen Optik, siehe Göttinger Studien. 1845.

12. Führt man in einem sonst dunkeln Raume mit einem Kerzenlicht nahe vor dem für die Ferne adaptirten Auge hin und her, oder führt man Bewegungen im Kreise mit dem Lichte vor dem Auge aus, so wird das Innere des Auges ziemlich gleichmäßig von nahezu parallelem Lichte erleuchtet, und es kommt nach einiger Zeit eine dunkle, baumartige, ästige Figur, welche ihre feinen Aeste über das ganze Sehfeld ausbreitet, zur subjectigen Anschauung. Diese Figur ist offenbar nichts weiter, als das Abbild der vasa centralia auf der Retina. Genaue Abbildungen davon habe ich in meinem Lehrbuche der Ophthalmologie, Seite 140 und 141, gegeben. Diese Figuren entstehen auf folgende Weise: Durch das Hin- und Herfahren des Kerzenlichtes wird auf dem ganzen Umfange der Retina Licht verbreitet, und alle Stellen der Retina, welche nicht von den Centralgefäßen unmittelbar bedeckt sind, werden matt erhellt, die von den Gefäßen bedeckten Stellen der Retina hingegen können nicht erhellt werden, und erscheinen daher dunkel als schwärzliche Bäume.

Eine andere Methode, die Aderfigur in größter Deutlichkeit darzustellen, ist folgende: Man nehme ein geschwärztes Papier, mache eine runde Oeffnung von 1—2 Millimeter Durchmesser in dasselbe, richte den Blick, die Oeffnung nahe vor dem Auge haltend, gegen den hellen Himmel und bewege das Papier etwas hin und her. Die Aderfigur pflegt dann schnell in der schönsten und reichsten Gestalt zum Vorschein zu kommen.

Zum Beweise, wie wichtig die Beachtung solcher physiologischer Phänomene für die Pathologie ist, will ich nur daran erinnern, daß auch unter gewissen pathologischen Bedingungen die Aeste der vasa centralia retinae, ganz so, wie beim Purkinje'schen Experiment, zur subjectiven Anschauung gelangen können. Ist nämlich die Pupille ziemlich eng und unbeweglich, die vordere Kapselwand durch Exsudate halb durchsichtig, etwa wie ein transparentes Papier, so scheint dem Kranken beim Sonnenschein das Auge wie in einem Lichtmeere zu schwimmen. Es rührt dies offenbar davon her, daß die transparente, verdunkelte vordere Kapselwand von der Sonne erleuchtet wird, und nun gleichsam eine selbst leuchtende Fläche im Auge bildet, die das Licht nach allen Seiten hin unregelmäßig vertheilt, und dadurch die ganze innere Augenkugel gleichmäßig erleuchtet, während

bei einem gesunden Auge die in dasselbe fallenden Lichtstrahlen nach einem Punkte der Retina hin gebrochen werden, und so ein bestimmt begrenztes, regelmäßiges, dem Bedürfnisse des Auges entsprechendes Bild formiren. Die verdunkelte, transparente Kapselwand verhält sich hier ähnlich wie eine Lampenkuppel, die auch, wenn unter ihr eine Flamme brennt, als ein selbstleuchtender Körper erscheint. Die ähnlich erleuchtete Linsenkapsel zerstreut dann das Licht unregelmäßig nach allen Seiten, so daß die durch die Linse und den Glaskörper fallenden Lichtstrahlen eine parallele oder selbst divergente Richtung bekommen, ebenso als wenn man ein Kerzenlicht ganz nahe vor das Auge hält.

Abends, beim hellen Mondenschein und auch beim hellen Lampenlicht, haben Kranke, welche mit dem genannten Fehler der Linsenkapsel behaftet sind, eine Empfindung, als befände sich unmittelbar vor dem Auge eine purpurfarbene Scheibe, in welcher ihnen eine große Menge baumförmiger Figuren erscheinen, die mit Myrthenzweigen zu vergleichen sind, welche durch einen sanften Wind bewegt werden. Schließen die Kranken die Augen, oder ist es um sie her dunkel, so verschwinden alle jene Erscheinungen, und die Kranken behaupten selbst, daß jene Erscheinungen in irgend einer Art mit der Einwirkung des äußeren Lichtes zusammenhängen. Diese baumförmigen Figuren rühren ohne Zweifel von Schatten auf der Retina her, welche die Verzweigungen der vasa centralia retinae hier, wie beim Purkinje'schen Experiment, auf dieselbe werfen. Die Bewegungen der Schatten hängen wahrscheinlich von den Pulsationen der Arterien ab. Beim Purkinje'schen Experiment wird das Innere des Auges, während der Hintergrund dunkel ist, von dem ganz nahe vor dem Auge hin und her bewegten Lichte, bei enger Pupille, erleuchtet. Die Lichtstrahlen haben dabei, wegen der großen Nähe der Lichtquelle, ebenfalls im Auge eine nahezu parallele Richtung, weshalb die vor der Retina liegenden Arterien einen Schatten auf die Retina werfen können. Der Experimentator sieht dabei eine Menge baumförmiger, sich etwas bewegender Figuren auf einem dunkeln, purpurrothen Hintergrunde, ganz so, wie jene Kranken es angeben. Die Kleinheit der Pupille scheint zur Deutlichkeit des Phänomens bei dem Experiment beizutragen, denn je kleiner der leuchtende Punkt vor dem Auge ist, um desto deutlicher müssen die Schatten auf der Retina sein. Sollen Kranke mit einer transparenten vorderen Kapsel das Phänomen sehen, so muß ebenfalls die Pupille eng sein. Das bei dem Experiment nahe vor das Auge gebrachte Licht wird bei dem Kranken durch die erleuchtete und als selbstleuchtende Scheibe erscheinende vordere Kapselwand ersetzt.

IV. Gesetze der subjectiven Gesichtserscheinungen in ihrer Anwendung auf die Augenheilkunde.

1. Die bisherigen Erörterungen bezogen sich vorzugsweise auf das Licht und auf die Art und Weise, wie dasselbe sich im Auge physikalisch verhält. Bei hinreichendem Lichte sehen wir die Dinge in ihren natürlichen Formen und Farben, und bei mangelndem Lichte sehen wir dieses Alles nicht, sondern empfinden nur die Finsterniß, welche, nach dem gewöhnlichen Ausdrücke, uns umgiebt. Licht und Farben sind aber, so weit wir sie durch den Gesichtssinn kennen, lediglich Producte der organischen Thätigkeit

unseres Sehapparates, nicht Qualitäten der Außenwelt. Das Licht, d. h. die Schwingungen des Aethers, bildet bloß ein Moment, eine äußere wirkende Ursache, um die Empfindung von hell und dunkel und von Farben in uns hervorzurufen. Gesichtsempfindungen sind aber, wie die Empfindungen aller anderen Sinne, ein Resultat einer Wechselwirkung äußerer Eindrücke und innerer Energien. Als äußere Eindrücke bezeichne ich alle die Agentien, welche auf die Nerven wirken, mögen sie innerhalb oder außerhalb des Organismus liegen. Die inneren Energien beziehen sich bloß auf den nervösen Apparat und bestehen in Beziehung auf den Gesichtssinn darin, daß er fähig ist, die durch den Eindruck gesetzten Veränderungen zu empfinden, und diese zum Sensorium fortzuleiten. Diese den Gefühlsnerven mitgetheilten Veränderungen sind als solche auch noch keine Empfindungen, sondern sie werden es erst, wenn sie vom Bewußtsein aufgenommen sind. Im Gehirn wird erst die zum Bewußtsein gekommene Empfindung geschaffen. Die Retina ist nichts weiter, als der Anfang des nervösen Leitungsapparates; denn es werden bei Unthätigkeit oder gänzlicher Zerstörung der Retina und der Sehnerven noch Gesichtsvorstellungen geschaffen, obgleich es dann nicht mehr zu einer Empfindung der durch äußere Reize, z. B. durch das Licht veranlaßten Veränderungen der etwa noch vorhandenen Retina, kommt, während andererseits Gehirnverletzungen oft plötzlich Blindheit veranlassen. Vor Allem geschieht dies bei Zerstörung der Theile, von welchen die Sehnerven entspringen, doch haben Versuche gezeigt, daß auch Entfernung größerer Theile der Hemisphären sehr häufig Blindheit nach sich zieht, während andere Sinnesfunctionen noch fortbestehen. Gewiß ist also, daß der wesentlichste Theil des Sehorgans im Gehirn liegt. Blindheiten, welche durch Krankheiten des Gehirns herbeigeführt werden, und bei welchen man, außer der Blindheit, am Auge selbst oft weiter nichts findet, als Erweiterung, selten Verengerung der Pupille, Unempfindlichkeit der Iris gegen Lichtreiz, einen unstäten, nichtsagenden Blick, einen trägen Augenlidschlag, einen matten Glanz des Auges und oft auch varicöse Ausdehnung der Venen der Conjunctiva, bieten deßhalb nicht allein in Beziehung auf die Heilbarkeit der Anästhesie, sondern auch auf das Leben des Kranken eine schlechte Prognose.

2. Gleichwie für die Gesichtsvorstellungen das Gehirn das Centralorgan ist, so ist es dasselbe auch für die Bewegungen der Iris. Das Licht vermag nur dann die Pupille zu verengern, wenn die Retina für dasselbe empfänglich ist; von der Retina pflanzt sich die durch das Licht veranlaßte Reizung durch den Sehnerven fort auf das Gehirn, welches dieselbe auf die Medulla oblongata und auf den Nerv. oculomotorius überträgt. Daß aber die Reizung sich in der That von der Retina auf das Gehirn, und von diesem auf den N. oculomotorius fortpflanzt, beweisen die Durchschneidungen des Nerv. opticus an Thieren, wobei sich die Pupille während der Durchschneidung stark contrahirt und später wieder erweitert. Reizungen des centralen Schnittendes des Nerven veranlassen wieder Verengerung der Pupille, während Reizungen des peripherischen Theiles und der Retina den Durchmesser der Pupille nicht verändern. Einen Hauptbeweis für die obige Behauptung liefern uns die einseitigen Amaurosen; bei diesen ist die Bewegung der Iris, vorausgesetzt, daß nicht gleichzeitig der N. oculomotorius gelähmt ist, immer gleichzeitig in beiden Augen, sowohl die durch den äußeren Lichtreiz hervorgerufene, als auch die durch Aenderungen des Refraktionszustandes und der Stellung der Sehsachen veranlaßte. Die

Untersuchung der Beweglichkeit der Iris in Krankheiten verdient deshalb besondere Vorsicht. Um dieselbe gehörig zu prüfen, öffne und schließe man abwechselnd bei mäßigem Lichte zuerst die Augenlider beider Augen zugleich. Darauf schließe man zuerst das eine Auge, und prüfe nun die Beweglichkeit der Iris beim abwechselnden Öffnen und Schließen des anderen Auges. Hat man dies hinreichend lange fortgesetzt, so gehe man zu einer gleichen Untersuchung des anderen Auges über. Da aber die Bewegung der Augen und die Stellung der Seharen einen Einfluß auf den Durchmesser der Pupille ausüben, so ist, wenn man den Einfluß des Lichtes auf die Bewegung der Iris prüfen will, dafür zu sorgen, daß der Kranke die Augen ruhig halte und den Refraktionszustand für eine bestimmte Entfernung einrichte. Zu dem Ende befehle man dem Kranken, daß er seine Seharen auf der Wurzel der Nase des Untersuchenden fixire.

3. Nach dem Bisherigen ist die Retina also bestimmt, an ihrer Ausbreitung durch an sie gelangende Einflüsse in veränderte Zustände zu gerathen, und diese, den Empfindung erzeugenden Vorgang, entweder zu den Centralorganen des bewußten Seelenlebens, oder zu anderen Vereinigungspunkten der Wirkungen fortzuleiten. Die Empfindungen selbst sind aber ideale, subjective Productionen der Seele. Die Vorstellungen, die wir von Dingen außer uns haben, geben uns zusammengenommen den Begriff eines Objectes, welches wir Körper nennen, insofern es diese Vorstellung verursacht. Vermöge unserer Natur können wir demnach keine Begriffe von irgend einem Dinge haben, als durch die Veränderungen, die es in uns hervorbringt. Die verschiedenen Strahlen des Lichtes, sowohl die weißen als die farbigen, wirken zwar nach ihrer verschiedenen Natur auf unser Auge verschieden ein und rufen gewisse Zustände hervor, die der Seele die Vorstellung (Empfindung) von Helligkeit und Farbe veranlassen. An und für sich aber sind diese unter einander zwar verschiedenen Strahlen weder weiß noch farbig, sondern diese Eigenschaften erlangen sie erst für unser Bewußtsein durch die in uns hervorgerufenen verschiedenen Zustände, welche in uns, wie z. B. die Empfindung von Weiß, Roth, Gelb u. s. w. entstehen. Der Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht liegt in der Thatsache, daß auch Gesichtsvorstellungen durch in unserm Organismus befindliche Vorgänge, die auf die entsprechenden Nerventheile wirken, und durch eigene Thätigkeit der letzteren hervorgerufen werden (subjective Licht- und Farbenercheinungen). Schon ein Druck auf den Augapfel reicht aus, eine Lichterscheinung zu bewirken. Elektrisiren des Sehnerven, Entzündung der Netzhaut, Congestionen nach dem Gehirn leisten dasselbe. Als Beispiele einer selbsteigenen Wirkung des Sehorgans mögen unter anderen die Traumgesichte (deren Identität mit Gesichtsphänomenen um so weniger verkannt werden kann, als sie bei vielen Menschen, kurz nach dem Erwachen, noch eine Zeit lang mit voller Deutlichkeit der Färbung fort dauern), dann auch das Abklingen der Farbenbilder, der mangelhafte und fehlende Farbensinn u. s. w. dienen. Das Kind hat noch keinen Begriff von einem Subject und Object; erst bei sich entwickelndem Selbstbewußtsein stellt der Mensch Alles nach und nach außer sich und sich selbst Allem entgegen, und orientirt sich im Kreise seines Daseins. Dies geht so weit, daß er manche Empfindungen, namentlich des Gesichts, denen nichts außerhalb des Leibes entspricht, die aber dennoch die Qualitäten äußerer Dinge nachahmen, weil sie Producte solcher innerer Zustände des Seelenorganes sind, die unter der Form von Gesichtserscheinungen zum Bewußtsein gelangen, auch nach außen versetzt,

und ihnen objective Wahrheit beilegt. Die Erscheinungen sind aber auch oft so täuschend, daß nur der Naturkundige in allen Fällen im Stande ist, sie von den objectiven, denen ein äußerer, leuchtender Gegenstand entspricht, zu unterscheiden.

Die folgenden Blätter werden lehren, daß diese anscheinend rein theoretische Betrachtung für die richtige Würdigung gar mannigfaltiger pathologischer Erscheinungen unerläßlich ist.

a) Die Zustände des Seins unseres nervösen Sehapparates stellen sich der Seele als sogenannte Gesichtsphänome dar. Die meisten dieser Zustände werden durch positive Einflüsse, deren Grund entweder in unserem Organismus selbst, oder außerhalb desselben liegt, veranlaßt. Werden dem Gesichtorgan die meisten der positiven Reize, namentlich das Licht, entzogen, so geräth dasselbe dadurch in einen eigenthümlichen Zustand, in den der relativen Ruhe, der sich der Seele unter der Form von Dunkelheit darstellt. Das Gefühl der Dunkelheit ist aber auch etwas Positives, indem es nur eine Qualität der Energie des Sehapparates ist. Aus diesem Grunde reicht das Gefühl der Dunkelheit nur so weit, als unser Sehfeld. Sind einzelne Stellen unserer Netzhaut gelähmt, also unempfindlich gegen die Eindrücke des Lichtes, so stellen sich diese als dunkle Flecken dar, die nur bei geöffnetem Auge und freiem Zutritte des Lichtes erscheinen. Sie besitzen keine selbstständige Bewegung, sondern nur eine von den Bewegungen des Auges abhängige, die auch bei der entoptischen Beobachtung sich als eine mit der Bewegung des Visirpunktes gleichsinnige darstellt. Bei weiter ausgedehnten partiellen Lähmungen der Retina, die (wie ich glaube) mit krankhaften Affectionen der Cerebralthteile des Sehapparates zusammenhängen, wird das den betreffenden Stellen entsprechende Gefühl der Dunkelheit ganz aus der Sphäre der Sehkraft entrückt, so daß ihm kein Ort im Sehfeld mehr zukommt. Ist z. B. die Hälfte der Netzhäute auf diese Weise gelähmt, so hat das dunkle Gesichtsfeld, z. B. bei geschlossenen Augen, nur die Hälfte der normalen Ausdehnung. Reicht diese Lähmung bis zur Mitte der Macula lutea, so sieht der Kranke bei geöffneten Augen und richtiger Fixation auch sehr kleine Objecte nur halb. Ist die Mitte der Retina gelähmt, so kommt es dem Kranken vor, als sei das der gelähmten Stelle der Retina entsprechende Stück der Außenwelt gar nicht mehr im Raume vorhanden; der mittlere Theil eines größeren Objectes fehlt ihm ganz, und die seitlichen Theile erscheinen ihm, ohne dazwischen liegende Lücke, näher oder ganz zusammengedrückt. Bei peripherischen Lähmungen kommen, so weit ich es habe ermitteln können, derartige Erscheinungen nicht vor. Bei diesen bleibt das Gefühl der Dunkelheit.

b) Die durch objectives Licht hervorgerufenen Erregungen der Retina halten noch einige Zeit an und klingen gleichsam noch nach, wenn die Einwirkung des Lichtes schon aufgehört hat. Die Dauer der Nachwirkung ist verschieden, nimmt aber mit der Dauer und Heftigkeit des Gesichtseindrucks und mit der Größe der Reizbarkeit der Retina zu. Schaut man z. B. anhaltend in die Sonne, so kann das Nachbild davon Tage, ja Wochen lang in unserem Sehfeld verharren. Befindet sich die Retina im Zustande der krankhaft gesteigerten Reizbarkeit, so verharren auch die Nachbilder der gar nicht stark beleuchteten Objecte oft ungewöhnlich lange, was dem Kranken nicht selten zur großen Qual gereicht. Bei sehr bedeutender Hyperästhesie der Retina bekommen die Menschen schon beim flüchtigen Blicke auf gewisse Gegenstände Nachbilder derselben, z. B. von solchen,

an denen sie vorübergehen. Die Gegenstände scheinen oft dabei zu schwanken, weil hier von den der Reihe nach über die Retina fortrückenden Objecten noch ein Nachbild vorhanden ist, während schon andere wieder in's Sehfeld treten. Die Nachbilder nehmen dann eine scheinbare Bewegung an, weil sie die Bewegung der Augen theilen. Dasselbe kann eintreten bei Ruhe des Körpers, während durch Bewegung der Augen verschiedene Objecte in's Gesichtsfeld treten. Dies ist bei Augenkranken nicht selten die Ursache des Gesichtschwindels.

Die Nachbilder sind entweder farblose, von farblosen, objectiven Bildern, oder farbige nach farblosen, objectiven Bildern, oder farbige Nachbilder nach farbigen, objectiven Bildern. Alle diese Erscheinungen, welche sich aus objectiven Ursachen nicht erklären lassen, zeigen wieder, daß die Ursachen der Farben in den Zuständen des nervösen Theiles der Retina selbst liegen, denn die meisten hierher gehörigen Erscheinungen treten auch beim Blicke auf eine dunkle Fläche, oder beim Schließen der Augen ein.

Blicken wir ein blendend weißes Stückchen Papier, oder die Sonne selbst an, so erscheint das Nachbild, wenn wir unseren Blick schnell auf eine schwarze Fläche wenden oder die Augen schließen, anfangs weiß. Nach und nach nimmt es aber eine andere Farbe an, die wieder verschwindet und einer anderen Platz macht, bis endlich das Auge in der Empfindung des Schwarzen zur Ruhe kommt. Die Aufeinanderfolge der Farbenphasen ist bei verschiedenen Individuen verschieden, weil einer jeden bestimmten Farbenempfindung eine organische Thätigkeit zu Grunde liegt, welche nach individuellen Verhältnissen einen verschiedenen Grad von Erregbarkeit und Ausdauer in ihrem Wirken zeigt. Die Qualität verschiedener Zustände der Retina, welche diese beim Abklingen der Farben im Nachbilde durchläuft, sind demnach mit einem verschiedenen Grade der Reizung vergesellschaftet. Ein Licht von bestimmter Farbe ist daher unter Umständen auch im Stande, die Retina in der Art stärker oder schwächer zu reizen, daß sie in den einer anderen Farbe entsprechenden Zustand geräth. Solche Umstände finden sich in der Natur als subjective Zustände der Augen, bei den Menschen, welche mit dem Unvermögen, die Farben richtig zu unterscheiden, behaftet sind. Wenigstens vermag ich von diesem Uebel bis jetzt keine andere Erklärung zu geben.

Wie alle Nachbilder, treten auch die farbigen am leichtesten bei der amblyopischen Steigerung der Reizbarkeit ein, weshalb die Gegenstände, aus den oben angegebenen Gründen, hierbei nicht bloß zu schwanken, sondern auch oft mit farbigen Rändern umgeben zu sein scheinen.

Betrachten wir eine Zeit lang ein rothes Band auf weißem Grunde, und entfernen wir dasselbe darauf schnell, so erscheint uns die Stelle, an welcher früher das Band lag, genau in derselben Größe, grün. Hatte das Band die Farbe der Orange, so erzeugt sich Blau; war es gelb, so entsteht Violett; war es grün, so bildet sich Roth. Diese im Nachbilde erscheinende Farbe nennt man die Contrast- oder Ergänzungsfarbe. Die Contrastfarbe ist als eine subjective Thätigkeitsäußerung der Netzhaut an die früher gereizte Stelle derselben gebunden, daher folgt sie, wie alle anderen Nachbilder es thun, im Gesichtsfelde den Bewegungen des Auges, während gleichzeitig wahrgenommene, objective Bilder auf der Retina fortrücken und von dem farbigen Nachbilde abweichen. Daher z. B. der farbige Schein im Umfange greller Blumen, Gemälde, Heiligenbilder;

das Erscheinen von rothen, den Blutstropfen ähnlichen Flecken nach dem Anschauen heller, grüner Objecte.

Diese Erscheinungen werden dem Unwissenden oft mysteriös, während sie nichts weiter als complementäre Nachbilder sind, denen durch die Bewegung der Augen eine scheinbar objective Bewegung im Gesichtsfelde gegeben wird. Das Erscheinen der Contrastfarben findet in Folgendem seine Erklärung: Das Auge hat das Bestreben, fortwährend die ganze Summe seiner Functionen wirken zu lassen; gelingt ihm das, so regt es die Seele zu einer das Weiße repräsentirenden Vorstellung an. Das Sehen einer anderen Farbe ist aber nur ein Theil des Ensembles der Thätigkeit, zu welchem die Netzhaut im Zustande der Reizung tendirt. Beim Sehen einer anderen Farbe, als der des Weißen, befindet sich die Netzhaut im Maximum der Tendenz zu der Ergänzungsfarbe, die daher im Nachbilde reproducirt wird.

c) Eine jede Reizung, welche dem Cerebraltheil des Sehorgans durch den N. opticus zugeführt wird, und auch manche Erregungen, die ihm durch andere sensible Nervenbahnen zugeleitet werden, veranlassen Gesichtsvorstellungen. Diese Eigenschaft ist das Resultat einer angeborenen Thätigkeit, welche man mit dem Namen der specifischen Energie belegt. Die Kenntniß derselben ist für die Erklärung mancher physiologischer und pathologischer Erscheinungen unerlässlich.

Drückt man mit dem Finger auf das Auge, so treten subjective Lichterscheinungen auf. Heftige, besonders convulsivische Contractionen der Augenmuskeln rufen oft auf dieselbe Weise Lichterscheinungen hervor. Auch das in der Choroida und Retina zirkulirende Blut bewirkt, besonders wenn es in größerer Quantität in den Gefäßen jener Häute enthalten ist, durch den Druck, den es auf die Nervenfibrillen ausübt, gewisse Licht- und Farbenerscheinungen, vorzüglich nach heftigen geistigen und körperlichen Aufregungen, nach dem Genuße geistiger Getränke, narkotischer Stoffe, beim Husten, Niesen, Erbrechen, und überhaupt nach allen den Ursachen, welche Congestionen nach dem Kopfe veranlassen.

Leitet man einen galvanischen Strom durch das Auge, so treten, wenn der Strom einigermaßen kräftig ist, subjective Gesichterscheinungen mit glänzenden Farben, mit kreisförmiger Gestalt und mit großen, in lebhafter radialer Bewegung begriffenen Zickzacken auf, die sich wesentlich in Form und Farbe von einander unterscheiden, je nachdem man den positiven oder negativen Pol auf das Auge und den entgegengesetzten auf einen anderen Theil des Körpers setzt.

Den vorhergehenden ganz ähnliche Erscheinungen treten nicht selten bei Menschen im mittleren Lebensalter, ohne nachweisbare Ursachen, durch subjective Erregungen des Sehnerven und der Retina auf, ohne daß die Sehkraft dadurch bleibend beeinträchtigt wird. Ich habe sie in dem Lehrbuche der Ophthalmologie genauer beschrieben und abgebildet.

Andere, von den genannten wohl zu unterscheidende, silberglänzende Erscheinungen, von der Gestalt der Kugeln, Fäden, Schneeflocken, Zickzacken u. s. w., treten bei manchen sensiblen, epileptischen, hysterischen Personen, ebenso bei Amaurosis erethica häufig auf. Diese sind höchst unbeständig in ihrer Form und in ihrem Auftreten; sie kommen, um bald wieder zu verschwinden, zeigen sich abermals an anderen Punkten des Gesichtsfeldes, entfernen sich und kommen zurück, um sich wieder zu entfernen.

Alle subjectiven Gesichterscheinungen setzt der Mensch, wie die objectiven

aus sich hinaus, und zwar an die Stelle des Sehfeldes, welche der Richtungslinie der afficirten Netzhautstelle entspricht. Eine Richtungslinie ist nun aber diejenige gerade Linie, welche man sich von der afficirten Netzhautstelle zum Kreuzungspunkte der Richtungsstrahlen, und von diesem verlängert bis zum scheinbaren oder wirklichen Objecte im Gesichtsfelde gezogen denkt. Da nun die Richtungslinien des Ciliartheilcs der Retina durch Stirn, Schläfe, Jochbein u. s. w. fallen, so hat der Kranke, wenn der Sitz der subjectiven Lichterscheinung in dem genannten Theile der Retina liegt, die täuschende Empfindung, als sprühe Feuer aus Stirn, Schläfe, Jochbein u. s. w.

d) Eine noch nicht erklärte pathologische Thatsache ist die, daß das Centrum der Retina momentan oder fortdauernd für subjective und objective Erregungen unempfindlich geworden sein kann, während die Erregbarkeit in dem peripherischen Theile nicht nur fort dauert, sondern oft sogar noch gesteigert ist. Um diese Erscheinung zu erklären, müßte vorher noch eine Lücke in der Anatomie der Retina ausgefüllt werden, wir müßten den Verlauf der Nervenfasern kennen. Wir wissen nur, daß die Netzhaut im Hintergrunde des Auges einen verhältnißmäßig ansehnlichen Durchmesser besitzt, indem hier noch viele Fasern über einander liegen, welche sich erst später neben einander lagern.

e) Es ist eine bekannte physiologische Thatsache, daß nur die von einer reizenden oder hemmenden Ursache getroffenen Nervenfasern, ohne Bethheiligung der noch so nahe angrenzenden Fasern, exaltirt oder deprimirt werden. Dennoch theilt sich der Zustand eines Theiles der Netzhaut oft anderen mit. Wird aber die Erregung einer Stelle der Netzhaut auf eine andere übertragen, so geschieht dies nur dadurch, daß sich die ursprüngliche Empfindung im Gehirn anderen Fasern des Nerv. opticus mittheilt, und dann nach dem Gesetze der excentrischen Erscheinung auf das peripherische Ende der Nervenfasern in der Retina, entweder in derselben, oder in einer anderen Art bezogen wird. Auf diese Weise breiten sich manche, namentlich subjective pathologische, ursprünglich auf einen kleinen Theil der Retina beschränkte Erregungen über eine größere Fläche aus.

Die Mittheilung des Zustandes eines Theiles der Netzhaut erfolgt nicht immer bloß auf andere Theile derselben Netzhaut, sondern auch bei heftigeren Eindrücken auf die Netzhaut des anderen Auges, welches entweder dem Lichtreize gar nicht, oder einem anderen Reize ausgesetzt war. Elektrisirt man das eine Auge, so fängt auch das andere zu thränen und sich zu röthen an. Menschen, die nur mit einem Auge sehen, und deren anderes Auge durch Lähmung der Retina vollkommen blind ist, glauben nicht selten, auch mit dem blinden Auge das objective Licht wahrzunehmen, und zwar um so deutlicher, je reizbarer das gesunde Auge ist. Acute Entzündungen des einen Auges stören die Functionen des anderen und gehen bisweilen, jedoch bei weitem nicht so häufig als chronische Entzündungen, auf das andere Auge über. Am leichtesten und deutlichsten überzeugt man sich von der Thatsache, daß das eine Auge dem anderen seinen Zustand mittheilt, wenn man gleichzeitig mit jedem Auge durch ein anders gefärbtes Glas, z. B. durch ein blaues und ein gelbes, auf eine weiße Fläche schaut. Statt daß man unter diesen Umständen nach der Analogie der sonst überall stattfindenden Farbenvermischung das Gesichtsfeld grün sehen sollte, sieht man es theils blau, theils gelb. Zuweilen wiegt die blaue Farbe vor, zuweilen die gelbe, zuweilen wird eine blaue Wolke auf gelbem Grunde,

zuweilen das Umgekehrte gesehen. Jetzt absorbirt das Blaue das Gelbe gänzlich, bald das Gelbe das Blaue. Werden die Versuche sehr lange fortgesetzt, so gleichen sich beide Eindrücke mehr in einen grünen Gesamteindruck aus, wozu anfangs nicht die geringste Neigung ist, aber auch jetzt bligt von Zeit zu Zeit die eine Farbe, das Uebergewicht haltend, hervor, oder tritt fleckenartig auf. Dieser Wettstreit beider Sehfelder zeigt uns die Art der gleichzeitigen Thätigkeit beider Augen und, trotz der innigen Verknüpfung beider, eine gewisse Selbstständigkeit eines jeden für sich. Leidet die Selbstständigkeit des eines Auges, d. h. ist dasselbe in seiner Thätigkeit geschwächt, wie z. B. bei der Amblyopie, beim Schielen, wo das eine Auge das andere an Kraft überwiegt, so erscheinen die Gegenstände nicht, wie bei gesunden Augen, bald mehr in der einen, bald mehr in der anderen Farbe, sondern dem schwächeren Auge erscheint ein jedesmal um so kleinerer, zu seiner Seite gelegener Abschnitt des Gesichtsfeldes in der Farbe des Glases, womit es bewaffnet ist, je schwächer es ist oder je bedeutender der Grad des Schielens hervortritt. Beim abwechselnden Schielen, bald mit dem einen und bald mit dem anderen Auge, ragt die Farbe des Glases des fixirenden Auges um so mehr in das Gesichtsfeld des anderen Auges, je mehr jenes das andere an Kraft übertrifft, und beim abwechselnden Schielen mit gleicher Sehkraft beider Augen ragt, wenn das rechte Auge fixirt, die Farbe des Glases dieser Seite um eben so weit in das Sehfeld des linken, nicht fixirenden Auges, als die Farbe des Glases des linken Auges in das Sehfeld des rechten ragt, wenn das linke fixirt. Das genannte Experiment dient uns also zum Maßstab der Kraft und der unrichtigen Stellung der Augen.

Eine gleichartige Erregung beider Augen verstärkt den Eindruck auf die Seele bedeutend; davon überzeugt man sich am besten, wenn man vor das eine Auge eine Papiertute hält, und durch dieselbe auf eine Stelle eines Buches schaut, die von beiden Augen gesehen werden kann. Diese Stelle wird dann um sehr Vieles heller erscheinen, als alle übrigen Stellen des Buches, die nur von dem freien Auge allein zu sehen sind. Aus denselben Gründen sehen Menschen, die auf dem einen Auge einen transparenten Hornhautfleck, oder eine partielle Amblyopia amaurotica haben, nur einen matten, durchsichtigen Nebel im Gesichtsfelde, wenn beide Augen geöffnet sind, dagegen einen dunkeln, selbst stark saturirten Fleck, wenn das gesunde Auge geschlossen ist.

f) Die subjectiven Gesichtserscheinungen, von denen bisher die Rede war, sind nur als Producte einer idioptischen oder consensuellen Affection des nervösen Theiles des Sehapparates zu betrachten, an deren Bildung die Seele nur insofern Theil nimmt, als sie dieselben zum Bewußtsein bringt und nach außen versetzt, übrigens sie aber so aufnimmt, wie sie ihr von dem Sinnesorgan dargeboten werden. Es giebt indessen noch viele subjective Gesichtserscheinungen, an deren Bildung die Seele einen viel regeren Antheil nimmt, indem sie entweder die ihr von den Nerven dargebotenen Bilder zu Phantasmen mit den verschiedensten Farben und Gestalten steigert, oder indem sie die Producte ihrer eigenen Thätigkeit auf den Sehapparat überträgt, und dieselben in Form von Gesichtsphantonen sich objectivirt. Treten diese Erscheinungen vor dem Einschlafen ein, so ragen sie oft in das Traumleben hinein und bedingen die Gestalten des Traumes. In anderen Fällen ragen die Traumgestalten aber auch in das Wachen hinein und verharren noch nach dem Erwachen in der Gestalt,

die sie während des Schlafes hatten. Diese unwillkürlich erscheinenden Phänomene erkennt der sonst gesunde und vernünftige Mensch noch als subjective Täuschungen; sie pflegen sogleich zu verschwinden, sowie der Geist über sie zu reflectiren beginnt, aber wiederzukehren, wenn Ruhe des Gesichtsansorgans und des Geistes eintritt. In manchen Krankheiten, sowohl in fieberhaften, als in fieberlosen, ist die subjective Erregung der Retina und des Gehirns aber so stark, daß der Kranke die dadurch hervorgerufenen Phantasmen für objectiv hält. Dies kommt als eine sehr gewöhnliche Erscheinung vor im Fieberdelirium, im chronischen Wahnsinn, im Delirium tremens, bei Congestionen nach dem Kopfe durch Unterdrückung gewohnter Blutungen, bei Vergiftungen durch Narcotica, durch oxydulirtes Salpetersstoffgas. — In manchen Fällen ist auch der übrigens vernünftige Mensch nicht im Stande, das Phantom sogleich von einem wirklichen Objecte zu unterscheiden, wenn nämlich einzelne phantastische Gestalten mitten unter den Objecten, welche die Außenwelt dem Gesichtssinn darbietet, mit großer Intensität hervortreten. Uebrigens können es auch schon von Natur phantastische Menschen durch ein Sich-hingeben an Lesen ascetischer Schriften u. dergl. dahin bringen, ihre Visionen mit Willkür hervorzurufen. Es bedarf wol kaum der Bemerkung, wie wichtig in vieler Hinsicht diese Phänomene für den Arzt und Physiologen sind.

g) Die Vorstellung von der Entfernung der Objecte ist ein Product zusammengetragener Erfahrungen, die wir erst durch die Erziehung des Gesichtssinnes erlangen. Aus diesem Grunde greifen Kinder nach entfernten Gegenständen, und mit Glück operirte, sonst verständige Blindgeborene halten ferne Gegenstände für so nah, daß sie vorsichtig vermeiden, sich an sie zu stoßen; auch vermögen sie eine Scheibe nicht von einer Kugel, und ein Viereck nicht von einem Würfel zu unterscheiden. Aehnlich verhielt es sich bei einem jungen Manne, der durch ein Unglück sein gesundes Auge verlor, so daß er gezwungen wurde, später nur mit dem anderen, schwach-sichtigen Auge zu sehen. Auch dieser brauchte lange Zeit, bis er die Entfernung richtig schätzen lernte.

Die zur Schätzung der Entfernung nothwendigen Erfahrungen erlangen wir durch mannigfaltige Mittel: 1) Durch den willkürlich hervor-gebrachten, der Entfernung der Objecte entsprechenden Refraktionszustand des Auges, und durch die entsprechende Stellung der Seharen, deren Veränderungen durch das, mit der Muskelcontraction verbundene Gefühl zum Bewußtsein gebracht werden. Hierin finden wir die Erklärung zu der Thatfache, daß Menschen, denen das Accommodationsvermögen genommen wird, damit auch ihr richtiges Urtheil über die Entfernung der Objecte mehr oder weniger einbüßen, z. B. nach Staaroperationen; daß subjective Gesichtserscheinungen bei der Accommodation für die Nähe klein, und im entgegengesetzten Falle groß erscheinen; daß man mit einem Auge die Entfernung nie so richtig zu schätzen vermag, als mit beiden Augen. 2) Durch die Stärke des Contrastes zwischen Licht und Schatten. Mit der Entfernung des Objectes verliert sich dieser Contrast immer mehr, und die feineren Theile werden unkenntlich; in großer Entfernung aber verliert sich die natürliche Farbe des Objectes ganz, und alle Gegenstände, so verschieden sie sonst an Farbe und Gestalt sind, nehmen die allgemeine Luftfarbe, die blaue, an, und erscheinen als ebene Flächen. Ein schwach-sichtiges, amblyopisches Auge, welches weder Farben noch kleine Gegenstände zu unterscheiden vermag, hält daher Alles für weiter entfernt und kleiner.

3) Durch die von der Zu- und Abnahme der Größe des Gesichtswinkels abhängige, scheinbare Größe uns bekannter Objecte in verschiedener Entfernung. 4) Durch die Subjectivität der empfindenden Netzhaut. Die über den Grad der Schärfe der Empfindung der Distanzen an verschiedenen Theilen des Körpers angestellten Versuche haben nachgewiesen, daß der Haut an den Theilen, wo eine schärfere Empfindung ist, auch die die Empfindung veranlassenden Gegenstände größer erscheinen, als an den Theilen mit unbestimmterem Gefühl. Ebenso ist es eine bekannte Thatsache, daß der Winkel, unter welchem die kleinsten Größen noch sichtbar sind, bei verschiedenen Augen verschieden ausfällt. So ist z. B. das Vermögen, kleine Distanzen zu unterscheiden, vermindert bei der mit Torpor verbundenen Amblyopie, bei starkem Weingenuß, bei lokaler Anwendung narkotischer Mittel auf das Auge. Ohne Zweifel halten nun solche Augen, welche nur größere Distanzen wahrnehmen können, nach Analogie des Hautorgans, eine gegebene geometrische Größe für kleiner als andere, der Wahrnehmung kleinerer Distanzen fähige Augen.

h) Die Kenntniß, ob die Ursache der Bewegung einer Gesichtserrscheinung von einem sich bewegenden Objecte, oder von Bewegungen unseres Auges oder Körpers überhaupt abhängt, ist nur mit Hülfe eines vermittelnden subjectiven Momentes zu erlangen. Dieses Moment ist die zum Bewußtsein gelangende Empfindung von der willkürlichen Incitation zur Bewegung der Augenmuskeln. Befindet sich das Auge in Ruhe, aber bewegen sich die Bilder über die Retina, so halten wir die Objecte, von denen die Bilder herrühren, für bewegt, mögen die Objecte sich wirklich bewegen oder ruhen. Ruhen die Objecte, aber bewegen sich unsere Augen willkürlich, so erscheinen uns die Objecte ruhend, während alle subjectiven Gesichtsphantome sich in demselben Sinne mit den Augen zu bewegen scheinen. Werden unsere Augen ohne Zuthun der Muskeln, z. B. durch den Finger, oder mit Zuthun unserer Augenmuskeln, aber ohne unseren Willen, auf eine ungewohnte Weise bewegt, so scheinen die Objecte sich in demselben Sinne mit den Augen zu bewegen, während alle subjectiven Gesichtserrscheinungen ruhen.

Diese physiologischen Thatsachen geben uns einestheils ein Mittel an die Hand, um alle Phantasmen von objectiven Gesichtserrscheinungen zu unterscheiden, und anderentheils belehren sie uns über die Ursachen des Gesichtschwindels. Nach mäßigen Umdrehungen um die eigene Längsaxe des Körpers zeigen sich nur sehr unbedeutende unwillkürliche Bewegungen der Augen, nach heftigen Umdrehungen aber sehr bemerkbare unwillkürliche Bewegungen. Aehnliche Bewegungen entstehen nach lokalen und vom Gehirn ausgehenden Krämpfen der Augenmuskeln. In allen Fällen wird die Bewegung der Augen auf die Objecte übertragen, daher der Schwindel. Der Hauptbeweis für die angegebene Theorie ist der, daß der Gesichtschwindel, z. B. nach starken Drehungen des Körpers, sogleich nachläßt, wenn man die Augen durch Fixiren eines nahen Punktes zur Ruhe bringt, und daß die Scheinbewegung sogleich wieder eintritt, wenn man die unwillkürlichen Bewegungen der Augen, durch Nachlassen des Fixirens, wieder eintreten läßt. Lange andauernde, durch den Willen momentan zu unterbrechende unwillkürliche Bewegungen der Augen (Nystagmos) wird der Mensch aber so gewohnt, daß sie die Selbstthätigkeit des Blickes nicht afficiren, weshalb das Auge dabei mit keinen Scheinbewegungen zu kämpfen hat.

V. Gesetze der Nervenphysik in ihrer Anwendung auf die Augenheilkunde.

Die Sinnesorgane, und namentlich das Auge, sind sehr reichlich mit Nerven versehen. Von den Nerven hängen die Empfindungen, die Bewegungen und viele trophische Actionen unverkennbar ab. Die Nerven verbinden viele Organe materiell, wie auch functionell, und erscheinen als die wesentlichsten Instrumente, vermittelt deren einzelne Theile auf die Erreichung allgemeiner Zwecke für das Ganze hinarbeiten.

1. Alle Nerven besitzen Erregbarkeit, d. h. die Eigenschaft, durch innere oder äußere Reize in Thätigkeit gesetzt zu werden. Jeder Nerven-thätigkeit geht ein Reiz voraus, obgleich derselbe nicht immer, besonders wenn er vom Organismus selbst ausgeht, nachweisbar ist. Die Nothwendigkeit der Reize darf aber nicht zu der Annahme verführen, daß mit Wegnahme eines Reizes, welcher eine bestimmte Thätigkeit hervorruft, eben diese Thätigkeit verschwinden müßte, wenn gleich Verminderung eines wirksamen Reizes meistens eine Verminderung der Erregung, ja vollständige Ruhe hervorbringt. Gleichwohl verhält sich die Sache in vielen Fällen anders. Wird z. B. das Auge auf einen grell beleuchteten weißen Gegenstand, oder auf die Sonne gerichtet und dann geschlossen, so sieht man, wenn der Eindruck lebhaft genug war, auch dann noch das weiße Object, nach einiger Zeit aber nimmt es eine gewisse Farbe an, die ihrerseits wieder verschwindet und einer anderen Platz macht. Schaut man anhaltend in die Sonne, so kann die Erscheinung davon Tage, ja selbst Wochen lang in unserem Sehfelde verharren.

Wir theilen die Reize ein in adäquate und in unadäquate. Erstere sind solche, welche die Natur von vornherein in das organische Geschehen mit verrechnet hat, und welche zur Durchführung dieses Geschehens absolut nothwendig sind; letztere vermögen freilich auch die Nerven zu reizen, aber sie sind nicht nothwendig. Alle Reize ohne Ausnahme wirken störend oder selbst vernichtend auf die Nerventhätigkeit durch ihr Uebermaß, die adäquaten aber auch durch den Mangel.

Jede Reizung ist mit einer proportionalen Consumption der organischen Kraft und Materie verbunden, wenn dieselben nicht durch adäquate Reize auf dem Wege der Reproduction wiederhergestellt werden. Demnach bringt ein Uebermaß von Reizen, dem die Reproduction das Gleichgewicht nicht zu halten vermag, Ueberreizung, d. h. Anästhesie, torpide, indirecte Schwäche hervor, worunter man die vollständige oder unvollständige Aufhebung entweder der bewußten Empfindung allein, oder zugleich der Rückwirkungen, welche die Veränderung des sensiblen Nerven im übrigen Organismus verursachen soll, oder auch den Verlust der Bewegungskraft versteht. — Begeben wir uns aus einem sehr hellen Raume in einen weniger hellen, so erscheint uns letzterer dunkel, weil sein Licht nicht ausreicht, die durch den stärkeren Lichtgrad abgestumpfte Retina in die gehörige Thätigkeit zu versetzen, bis sich die Retina wieder erholt hat. Schaut man sehr lange und anhaltend ein helles weißes Feld an, so vergeht zuletzt die Sehkraft, und das Gesichtsfeld überzieht sich auf kurze Zeit mit einem dunklen Nebel, aus dem die helle Fläche wieder auftaucht, um bald wieder zu verschwinden, in Folge einer vorübergehenden Ermüdung der Netzhaut. Dieselbe Er-

scheinung kommt mitunter pathologisch bei nervenschwachen Personen vor. Ich beobachtete eine Dame, bei der sich unter gleichbleibendem Lichte oft plötzlich eine vollkommene Dunkelheit über die Augen ergoß, aus der die sichtbaren Objecte nur dann und wann wie Phantome auftauchten und sogleich wieder verschwanden, wenn die Kranke sie zu fixiren strebte. Bei der sogenannten Schneeblindheit wird die Retina durch den unausgesetzten Anblick der weißen, blendenden Fläche überreizt. Manche Arten der Nyctalopie sind Folge der zu großen Reizbarkeit der Retina, so daß das gewöhnliche Tageslicht nicht ertragen wird. Vollkommene Ueberreizung hat man entstehen sehen nach dem anhaltenden Blicke in die Sonne, nach dem öfteren Anschauen des Blitzes in dunkler Nacht. Aus der Ueberreizung ist es auch zu erklären, daß bei manchen sehr empfindlichen Augen durch schwaches Licht eine Verengerung, durch starkes Licht aber eine Erweiterung der Pupille erfolgt.

Mangel an adäquaten Reizen steigert die Empfindlichkeit und schwächt zugleich die Energie, denn es wird durch die Entziehung der Lebensreize wahrscheinlich eine Entmischung in den Nerven veranlaßt, welche ihrerseits mit Molekularbewegungen verbunden ist, die den eintretenden motorischen Impulsen förderlich sind. Halten wir uns z. B. längere Zeit in einem dunkleren Raume auf, und treten wir dann plötzlich in einen hellen, so werden wir geblendet, d. h. die durch die längere Zeit anhaltende Entziehung des Lichtreizes geschwächte, unthätig gewordene Netzhaut wird durch den relativ zu starken Lichtreiz überreizt und unter Umständen selbst gelähmt, z. B. bei Menschen, die lange Zeit in dunklen Kerkern saßen, oder die an einer Hyperästhesie der Augen und des ganzen Körpers leiden. Mit der Blendung ist zugleich eine krampfartige Contraction der Augenmuskeln, besonders der der Augenlieder, verbunden, die nach geschעהener Ueberreizung wieder nachläßt.

Der Organismus besitzt vermöge seiner besonderen Einrichtungen die Eigenschaft, daß er Reize, welche nicht mit allzugroßer Hestigkeit wiederholt auf ihn einwirken, gewohnt wird. Dieses Gewohntwerden zeigt sich bekanntlich, je nachdem die Reize adäquate oder inadäquate sind, auf doppelte Weise. Bei der Einwirkung der ersteren gestaltet sich die Gewohnheit in der Art, daß die Wirkungen, welche die Reize hervorbringen, bei wiederholter Einwirkung immer leichter und bei kleineren Anregungen erfolgen. Solche Reize selbst werden wir demnach nicht eigentlich gewohnt, sondern nur ihre Ausgleichung. Die Ausgleichung erfolgt aber durch dieselben Functionen, die bereits dem Zwecke des Lebens nach bestimmt sind.

Das Licht ist für die Retina ein adäquater Reiz, durch den ihre Energien zur Thätigkeit ausgelöst werden. Diese Auslösung erfolgt nun um so leichter, je reizbarer die Retina und der nervöse Sehapparat überhaupt ist, und je öfter und anhaltender dieser bereits in derselben Art in Thätigkeit gesetzt worden ist.

Es giebt viele durchaus normale Augen, welche anfangs für die im IV. Capitel genannten subjectiven Gesichtserscheinungen, namentlich für die farbigen und farblosen Nachbilder sehr wenig empfänglich sind; versallen solche Augen aber in den Zustand der Hyperästhesie, oder werden dieselben häufig den Experimenten zur Hervorrufung der subjectiven Gesichtserscheinungen unterworfen, so gerathen die Augen dadurch in einen solchen Zustand der Aufregung, daß jetzt die Erscheinungen zur Qual des Menschen bei der geringsten Veranlassung auftauchen. Da nun die Retina und der

derselben entsprechende Gehirntheil eine specifische Sensibilität besitzt, so werden unter den genannten Verhältnissen alle Reize, sowohl innere als äußere, welche den nervös optischen Apparat treffen, mit der größten Leichtigkeit subjective Gesichtserscheinungen auch dann hervorrufen, wenn kein Licht, weder farbiges noch weißes, auf das Auge eingewirkt hatte. Nach denselben Gesetzen der Uebung oder Gewohnheit bekommen auch Geistesranke, welche häufig an Gesichtshallucinationen gelitten haben, subjective Gesichtserscheinungen bei ganz heterogenen Veranlassungen, indem ein jeder Reiz mehr oder weniger den ganzen Organismus, hier namentlich aber das Gesichtorgan, welches unter solchen Umständen den *locus resistantiae minoris* bildet, afficirt. Eine jede subjective Gesichtserscheinung ist aber mit einer ihrer Dauer und Lebhaftigkeit proportionalen Aufregung des sensitiven Nervenapparates verknüpft, und eine jede Aufregung des letzteren mit einer entsprechenden Congestion des Blutes vergesellschaftet. Dauern nun solche Aufregungen lange, oder kehren sie sehr oft wieder, so können sie Erweiterungen der Blutgefäße, Störungen des Blutes, Entzündungen, Exsudationen und Destructionen der Nervenmasse zur Folge haben. Dies ist der Grund, weshalb man schon von Alters her die häufig sich wiederholenden subjectiven Gesichtserscheinungen als Vorboten des schwarzen Staares betrachtet hat.

2. Der Organismus ist ein aus ungleichartigen Theilen zusammengesetztes Ganzes; demnach besteht jeder einzelne Theil durch sämtliche andere, und das Individuum kann nur durch das harmonische Zueinandergreifen aller Theile bestehen. Jede Störung in den Lebensäußerungen eines Theiles muß daher auf andere mehr oder weniger zurückwirken. Was von allen Theilen gilt, muß auch vom Auge gelten; es üben nämlich die Veränderungen in den Nerven des Totalorganismus einen entschiedenen Einfluß auf das Auge aus, und ebenso wirken auch wieder Erregungen der Nerven des Auges auf jene zurück; so finden wir z. B. bei der *Febris nervosa versatilis*, wenn das Gehirn afficirt wird, die Augenlidspalte groß, etwas gerundeter, die Augenlieder unbeweglicher als in der Norm, die Pupille eng, den Bulbus oculi etwas nach oben gerichtet, matt, glasähnlich, klar, schein glänzend und sich etwas unstät hin- und herbewegend. Bei der *Febris nervosa stupida*, wobei im Allgemeinen Erschlaffung und Torpor herrscht, hängt das obere Augenlid schlaff, besonders nach dem äußeren Winkel herab, zugleich ist die Pupille weit, das Auge schmierig, und da die Resorptionskraft gelähmt ist, so fließen schmutzige Thränen aus dem äußeren Winkel der Augenlieder. Dagegen findet beim entzündlichen Fieber, das sich durch einen Exceß aller Actionen ausspricht, ein häufiger Augenlidschlag, ein aufgeregter, feuriger, selbst wilder Blick, Röthung der Conjunctiva Statt. Die Wechselwirkung des Totalorganismus, namentlich des Gehirns mit dem Auge, wird uns ferner klar aus dem Einflusse, den die verschiedenen Geistesstimmungen auf die Stellung der Seharen, auf die Weite der Pupille und überhaupt auf die Physiognomie des menschlichen Blickes ausüben. Die erhebenden Affecte, welche einen freien Spielraum unserer geistigen Thätigkeit mehr oder weniger zulassen, die Hoffnung, die Freude, die Bewunderung, das Erstaunen, bedingen eine ferne Sehweite mit größerer Pupille; die deprimirenden Affecte dagegen, die unser Selbstgefühl schmälern, sind von einer mehr oder minder kurzen Sehweite begleitet, so die Furcht, die Traurigkeit, die Schaam. Die plötzlich deprimirenden Affecte, wie der Schrecken, lähmen momentan das

Vermögen der Aconneigung, und haben deßhalb einen großen, fernen Horopter und eine weite Pupille, wie die gelähmten Augen überhaupt zur Folge. Alle Affecte vermindern in der Regel das deutliche Sehen, die Fixation, dennoch sind der Zorn und der Abscheu bei einem kurzen Horopter fixirend. — Aus dem Einflusse der Augen auf den Totalorganismus erklärt es sich, warum manche an starken Lichtreiz gewöhnte Personen Erstickungszufälle bekommen, oder aus dem Schlafe erwachen, wenn das Licht ihnen entzogen wird; warum manche niesen, wenn sie in helles Licht sehen; warum Entzündungen und Verletzungen der Augen Uebelkeit und Erbrechen erregen; warum manche nach Anwendung von Augenwassern sogleich uriniren müssen.

So innig die Wechselwirkung des Auges mit dem Totalorganismus auch ist, so können wir einestheils doch nicht zugeben, daß die optische Sensibilität des Sehnervenapparates durch die verminderte Thätigkeit der Augenmuskeln herabgestimmt, und durch eine vermehrte Thätigkeit derselben erhöht werde, und andertheils können wir den Einfluß des Nerv. trigeminus nicht so hoch anschlagen, daß wir von dessen Thätigkeit oder Lähmung das Bestehen oder Untergehen der optischen Sensibilität direct abhängig machen dürften. Die Durchschneidungen des Stammes des Nerv. trigeminus in der Schädelhöhle beweisen sehr wenig, und das, was sie allenfalls beweisen könnten, wird durch zahlreiche Fälle von Lähmungen des Nerv. trigeminus mit fortdauernder optischer Sensibilität vollständig widerlegt. Mit der Ansicht von der Abhängigkeit der Retina vom Nerv. trigeminus fällt auch die von der Entstehung gewisser Amaurosen durch Verletzungen und Lähmungen des Nerv. supraorbitalis; denn theils giebt es viele Beispiele von absichtlicher und zufälliger Zerschneidung des Stirnnerven ohne Einfluß auf das Sehen, theils kommen in den Fällen, wo Amaurosen wirklich nach derartigen Verletzungen eintraten, neben der Verletzung der Stirnnerven noch Zerreißen anderer Theile des Auges und Erschütterungen des Gehirns vor. Bei Lähmungen des Trigeminus schwindet die Sehkraft nur dann, wenn dieselben mit Störungen der trophischen Nerven complicirt sind, und dadurch Störungen in der Ernährung des Auges eingeleitet werden. Eine nicht geringe Anzahl von Fällen hat mir bewiesen, daß bei einer primären Affection der Ciliarnerven, die sich durch Schielen, Lascitas, Erweiterung und Unbeweglichkeit der Pupille kund giebt, die Sehkraft lange ungestört fortbestehen kann, indem der Kranke unter solchen Verhältnissen, bis zum Eintritte von Vegetationsstörungen, durch ein kleines Loch eines Kartenblattes, wobei das Uebermaß des Lichtes, welches in die zu große Pupille fällt, abgehalten wird, recht deutlich zu sehen vermag. Die angeblichen Erfahrungen, nach welchen ein Druck auf die obersten Halswirbel, oder auf die Aeste des Trigeminus im Gesicht, Amaurosen verschlimmern oder verbessern soll, kann ich bis jetzt nicht bestätigen.

Die Gesichtsnerven des Auges üben also keinen directen Einfluß auf die optische Sensibilität aus. Demnach können Krankheiten dieser Nerven auch nur dann hemmend auf die Function der Retina einwirken, wenn sie der Art sind, daß sie Veränderungen in der Ernährung und Bewegung des Auges verursachen. Da nun diese mit den Functionen des Auges so innig verknüpften Nerven nur indirect auf die, eine hohe Selbstständigkeit besitzende Retina einzuwirken vermögen, so läßt sich ein directer Einfluß der Nerven entfernt liegender Organe auf die Retina, z. B. der Digestions- und Geschlechtsorgane, noch viel weniger denken und nachweisen. Krank-

heiten der letzteren können nicht unmittelbar hemmend oder fördernd auf die Function der Retina einwirken, sie rufen nur dann Amblyopie, oder Amaurose, oder andere Krankheiten des Auges hervor, wenn sie die Ursache einer Erschöpfung der Lebenskraft des ganzen Organismus, einer Behinderung des Kreislaufes, der Congestion und Entzündung sind, welche die Retina, den Sehnerven, die entsprechenden Gehirnthteile selbst, oder die Gesichtorgane afficiren. Consensuelle Amaurosen im wahren Sinne des Wortes existiren demnach nicht.

3. Die meisten Krankheiten beginnen als örtlich begrenzte in einem engen Kreise, und gewinnen erst allmählig eine breitere Basis, indem sie sich von dem ursprünglich afficirten Theile auf andere, entweder in derselben oder in anderer Art verbreiten. Die Ausbreitung geschieht nach dem natürlichen Zusammenhange der Theile. Der Zusammenhang aber ist theils ein materieller, durch unmittelbare Verzweigung der Gefäße, Verbindung der Nerven, theils ein dynamischer. Der dynamische Zusammenhang, d. h. die Sympathie, offenbart sich wieder auf doppelte Weise: entweder durch dynamische Uebereinstimmung (Consensus), oder durch dynamischen Gegensatz (Antagonismus).

Im weiteren Sinne des Wortes darf man die Sympathie aber nicht bloß auf dynamische Vorgänge zurückführen, sondern sie ist die angeborene oder habituelle, durch eins der normalen Gewebe oder Organe vermittelte Verbindung der Theile eines Organismus, in der Weise, daß, in der Regel wechselseitig, der veränderte Zustand des einen eine Veränderung des anderen zur Folge hat.

Als Träger der Sympathien kennen wir vornehmlich zwei Systeme, das Blutgefäß- und das Nervensystem. Beide müssen hier in dieser Beziehung einer kurzen Betrachtung unterworfen werden.

Die Erscheinungen der Sympathie haben dem Physiologen von jeher viel zu schaffen gemacht, bis Bichat die Sympathien nach histologischen Regeln festzustellen suchte. Er sagte: die Gleichartigkeit der Gewebe bedingt Consensus, und die Verschiedenheit derselben Antagonismus. Dieser Regel sind aber höchstens nur einige der gesetzlich bestimmten Sympathien, z. B. der Consensus beider Regenbogenhäute, beider Netzhäute unterzuordnen. In den meisten Fällen hängt die Fortpflanzung des Krankheitsprocesses nicht von der Gleichartigkeit der histologischen Verhältnisse, sondern einestheils von der Vertheilung, Continuität und Begrenzung des den betheiligten Gewebtheilen angehörigen Haargefäßsystems, anderntheils von der Natur und Verbindung der betreffenden Nerven ab.

a) Die Grenze eines Organs pflegt die Grenze einer bestimmten Capillargefäßverbreitung zu sein; so weit diese reicht, rücken die Affectionen in ihr ohne besondere Schwierigkeit vor. Bei dem Uebergange zu einem neuen Organe richtet sich die Größe dieser scheinbaren Sympathie nach dem Grade der Verbindung, die zwischen ihm und der Gefäßverbindung hergestellt wird. Vor allen Dingen sind es die Congestionen, Störungen und Entzündungen, und die analogen, im Gefäßsysteme wurzelnden Störungen, deren Verbreitung von der Vertheilung des Capillargefäßsystemes vorzugsweise, obgleich nicht allein, abhängt. — Das Capillargefäßsystem der Conjunctiva, sowohl das der Conjunctiva palpebrarum, als das der Sclerotica und der Cornea hängt aufs innigste mit einander zusammen; daher verbreiten sich Entzündungen dieser Haut, wenn sie heftig und andauernd genug sind, leicht auf alle Theile derselben aus, während sie

schwer zur Thränendrüse und zum Thränensacke übergehen, obgleich auch diese, genau genommen, nur Fortpflanzungen desselben Gewebes sind; aber ihr Haargefäßsystem stammt von anderen Nerven der Arter. ophthalmica. Entzündungen der Conjunctiva compliciren sich dagegen sehr leicht mit Entzündungen der Wurzeln der Cilien und mit Affectionen der Augenliedränder, weil deren Gefäße mit denen der Conjunctiva unmittelbar zusammenhängen. Entzündungen der Choroida verbreiten sich sehr leicht auf den Ciliarkörper, die Iris und die Zonula, und Entzündungen der Iris, des Ciliarkörpers auf den Annulus subconjunctivalis, indem das Haargefäßsystem dieser Gewebtheile sehr innig mit einander verbunden ist. Die Retina aber, wie auch der Glaskörper und die tellerförmige Grube bleiben in den meisten Fällen von der Gemeinschaft dieser Entzündungen ausgeschlossen, weil ihr Capillargefäßsystem von der Arter. centralis retinae stammt und nur mittelbar mit dem der vorhergenannten Organe zusammenhängt.

Weiter lassen sich die Gesetze, nach welchen sich Entzündungen und die ihnen analogen Affectionen von einem Gewebe auf ein anderes ausdehnen, nicht verfolgen. Die Combinationen der Entzündungen der verschiedenen Gewebe des menschlichen Sehorgans sind zu mannigfaltig und scheinbar regellos, als daß sie sich schon jetzt unter allgemeine Categorien bringen lassen. Unter 230 Entzündungen fand ich 43 verschiedene Combinationen. Werden Entzündungen u. s. w. von einem Organe plötzlich auf ein anderes, in keinem näheren Zusammenhange stehendes übertragen, so ist dies, was aus den oben angeführten Combinationen bewiesen werden kann, nicht die Folge einer ursprünglichen Sympathie, sondern wahrscheinlich die Folge davon, daß allgemeine Leiden alle gleich disponirten Theile mit gleicher Kraft betreffen. Aus diesem Grunde werden z. B. nach einer Erkältung, oder bei einer fehlerhaften Blutmischung, meistens beide Augen gleichzeitig oder nach einander von der Krankheit ergriffen.

Mit wenigen Ausnahmen, welche sich fast nur auf Anomalien der nervösen Erregbarkeit beziehen, hängt es von der Natur der Krankheit ab, zwischen welchen Theilen Sympathie eintreten soll; sind einige dieser Vorgänge häufiger als andere, so ist es, weil einige Organe, wegen ihres größeren Nerven- und Gefäßreichthumes und wegen der besonderen Relation, in der sie mit der Natur der Krankheit stehen, eine größere Zahl verschiedener Angriffspunkte, als andere Gewebe, darbieten. Da nun gleichartige Gewebe, vermöge der Analogie ihrer histologischen Elemente und ihrer Functionen, allgemeinen Ursachen eine gleiche Verletzbarkeit entgegenstellen, so hat es nichts Unlogisches, wenn man behauptet, eine allgemeine Krankheit ergreife vorzugsweise diejenigen Gewebe des Auges, welche auch im Totalorganismus als ihr vorwaltendes Substrat betrachtet werden. Obgleich sich gegen eine solche Anschauungsweise im Allgemeinen nichts einwenden läßt, so leistet sie wissenschaftlich doch nur sehr wenig; denn als das vorwaltende Substrat sämmtlicher allgemeinen Ursachen gilt, wenn diese das Auge ergreifen, die Conjunctiva. Die Conjunctiva ist das Gewebe, welches in der Regel vor allen allgemeinen Ursachen am häufigsten und vorwaltend ergriffen wird; jedoch ist hierbei nicht zu verkennen, daß einzelne Ursachen, z. B. die scrophulöse, gichtische, catarrhalische und gonorrhöische sie stärker ergreifen als andere. Nächst der Conjunctiva haben die Haarzwiebeln der Augenwimpern die größte Disposition für die Angriffe allgemeiner Krankheiten, und, wie es scheint, für alle eine ziemlich

gleichmäßige. Hierauf folgen die Meibom'schen Drüsen. Diese werden aber häufiger von der Gicht und dem Catarrh, als von der Scrophulosis und den übrigen Krankheiten ergriffen. Nächst den Meibom'schen Drüsen muß die Iris genannt werden; diese erkrankt, obgleich auch sie vor keiner allgemeinen Ursache sicher ist, am häufigsten durch Gicht und Rheumatismus. Von den übrigen Membranen des Auges läßt sich in dieser Beziehung nichts mit Sicherheit aussagen.

Die meisten hier angeführten Ursachen bestehen in Anomalien der Blutmischung. Die meisten durch das Blut vermittelten örtlichen Krankheiten finden innerhalb gewisser Secretionsorgane Statt, was auch durch die obigen Angaben bestätigt wird. Nur selten tritt ein einziges Secretionsorgan vicarirend für die Thätigkeit eines anderen auf, vielmehr zeigen sich die im Blute im Uebermaß enthaltenen Stoffe zugleich in vielen Organen. Daher steht eine durch Anomalien der Blutmischung bedingte Augenkrankheit selten isolirt, sondern meistens als Complication anderer ähnlicher Störungen im Totalorganismus da. Tritt eine Augenkrankheit als vorwaltendes Leiden auf, so muß das Auge schon vorher abnorm prädisponirt gewesen sein. Aus diesem Grunde bricht eine scrophulöse Entzündung mit allen ihren Eigenthümlichkeiten nach einer mechanischen Affection des Auges bei Individuen aus, bei denen die scrophulöse Katochymie nur wenig ausgebildet dasteht.

Bei allen diesen Erscheinungen spielen aber auch die Nerven eine Rolle mit, was schon aus dem trivialen Beispiele klar wird, daß oft Drang zum Harnen nach topischer Anwendung der Kälte erfolgt; hierbei kann die zurückgehaltene Secretion der äußeren Haut nicht die Ursache sein. Was von der Harnblase gilt, muß auch mutatis mutandis von allen anderen Organen, also auch vom Auge gelten.

b) Die Mittheilung der Erregungszustände der Nerven unter einander erfolgt erfahrungsmäßig nur da, wo zwischen den Nervenröhren graue Substanz, d. h. Ganglienkugeln angelagert sind, also im Gehirn, im Rückenmarke und in den Ganglien. Die Erregungen der Retina veranlassen nur dann eine Zusammenziehung der Pupille, wenn es den Erregungen gestattet ist, sich bis zum Gehirn fortzupflanzen, von wo aus sie auf die motorischen Nerven der Iris reflectirt werden. Wird die Continuität des Sehnerven an irgend einer Stelle unterbrochen, so vermögen nur noch Reizungen des centralen Endes desselben Bewegungen der Iris hervorzurufen. Lähmungen der Netzhaut bedingen deshalb Unempfindlichkeit der Regenbogenhaut gegen den Lichtreiz, ohne daß die Nerven der letzteren selbst gelähmt zu sein brauchen.

Die Mittheilung der Erregungszustände von gewissen Nervenfasern auf andere scheint einestheils nach dem räumlichen Nebeneinandersein zu erfolgen, d. h. die Sympathien erstrecken sich am leichtesten und häufigsten auf die muthmaßlich benachbarten Nervenfasern, andernteils treten aber auch Sympathien in entfernt liegenden Nervenfasern in Folge der zweckmäßigen Verrechnung des jedesmaligen organischen Geschehens auf. Die Sympathie, in der die Stellung der Sehare, die Bewegung der Pupille, das Accommodationsvermögen mit einander stehen, scheint mir mehr das Resultat einer solchen zweckmäßigen Verrechnung, in Folge deren alle diese Functionen auf einen Zweck, nämlich auf das deutliche Sehen in verschiedener Ferne hinarbeiten, als das Resultat des räumlichen Nebeneinanderseins der betreffenden Nervenfasern zu sein, indem bei den verschiedenen Stellungen der

Seharen dieselben Muskeln bald in Consensus und bald in Antagonismus treten, und indem die Sympathie der genannten Functionen mit der Lähmung des Sehvermögens aufhört. Bei jedem Unvermögen zum Sehen, namentlich aber beim schwarzen Staar, sinken die Seharen in ihren ursprünglichen Parallelismus zurück, und das Accommodationsvermögen geräth in Ruhe, d. h. die brechenden Mittel bekommen einen Refraktionszustand, der fernen Objecten entspricht. Daher der stiere, nichtsagende Blick der Blinden. — Aus dem räumlichen Nebeneinandersein der Nervenfasern mag es erklärt werden, warum bei Reizungen der Conjunctiva und anderer Theile des Auges stets eine Erregung der Aeste des Nerv. facialis erfolgt, welche den Muscul. orbicularis versorgen, warum ein Schließen der Augenlider eintritt. Daß hier das räumliche Nebeneinandersein der Nervenfasern die Ursache der Mittheilung ist, wird aus dem Weiterschreiten der Erregung auf andere Aeste des N. facialis bei heftiger Reizung des Auges klar; denn beim heftigen Bлеpharospasmus, der sich zu jeder bedeutenderen Entzündung des Auges gesellt, werden die Muskeln der Augenbraunen, der Stirn, des Gesichts alle nach und nach mit afficirt.

Uebrigens ist es oft schwer zu sagen, ob eine Nervenirregung sympathisch, oder die Folge gemeinschaftlicher Erregung durch dieselbe Ursache ist, ob im letzteren Falle die Ursache in der peripherischen Ausbreitung der Nerven oder im Centralorgan liegt? In Beziehung auf die letzte Frage hat man sich an folgende Sätze zu halten: 1) Je mehr die Nervenaffection auf einzelne Filamente eines Nerven beschränkt ist, um so peripherischer ist der Sitz der Ursache. Anatomie und Krankheitsfälle machen es mehr als wahrscheinlich, daß die rechte Sehnervenwurzel die rechte Hälfte, und die linke Sehnervenwurzel die linke Hälfte beider Netzhäute bildet. Lähmungen einzelner Stellen einer Netzhaut, oder selbst auch Lähmungen einer ganzen Netzhaut deuten daher immer auf einen peripherischen Sitz der Ursache. 2) Erreicht die Affection alle Zweige eines Nervenstammes, sind z. B. die entsprechenden Hälften beider Netzhäute gelähmt, so liegt die Ursache in dem Stamme vor seiner Theilung in peripherische Aeste, hier also hinter dem Chiasma. In diesem Falle kann die Ursache leicht bis zum Centralorgan fortschreiten, und vollständige Blindheit und selbst Tod veranlassen. 3) Sind zugleich mit allen Aesten eines Nerven auch noch andere benachbarte Nerven in ihrer Function gestört, z. B. mit den entsprechenden Hälften beider Netzhäute auch noch Aeste des Trigemini und Oculomotorius, so liegt die Ursache im Centralorgan selbst oder nahe am Austritt der Nerven aus demselben. Hier ist die Prognose sowohl für die Sehfunction, als für das Leben des Kranken sehr mißlich. Sind gar beide Netzhäute vollständig ergriffen, und noch andere Nerven zugleich afficirt, so liegt die Ursache immer im Centralorgan.

Die genannten Sätze gelten aber mehr von den mit gesunkener, als von den mit gesteigerter Thätigkeit verbundenen Nervenaffectionen, denn bei letzteren werden die Erscheinungen gar mannigfaltig durch die Geseze der Irradiation und Reflexion complicirt; und zwar auf eine Weise, die bis jetzt noch keine genügende physiologische Deutung zuläßt.

c. Bisher war nur die Rede von der Sympathie überhaupt; zur genaueren Darlegung des Einflusses der Nervenphysik auf die Augenheilkunde bedarf es aber noch einer Betrachtung der consensuellen und antagonistischen Erscheinungen, welche sich am Auge kund geben.

Die beiden Augen des Menschen sind in Beziehung auf ihre Function als die Auseinanderlegung eines einzigen Auges zu betrachten, wenigstens gilt dieses, wie wir aus der Betrachtung der Identität der Netzhautstellen schließen dürfen, vollständig von den beiden Netzhäuten. Diese sind gleichsam zwei Zweige mit einer Wurzel, und jedes Theilchen der einfachen Wurzel ist gleichsam in zwei Zweige für beide Augen gespalten. Man kann sich gewissermaßen die Flächen beider Netzhäute aufeinandergelegt denken, so daß die rechte Seite der Netzhaut des rechten Auges auf die rechte Seite des linken Auges zu liegen kommt. Die sich dann deckenden Theile sind, was ihre Function anbetrifft, eines und dasselbe, und liefern daher, zugleich afficirt, nur ein einfaches Bild. Hieraus, wie aus vielen anderen Thatfachen, welche größtentheils schon oben erwähnt sind, wie z. B. aus der gleichzeitigen Bewegung beider Regenbogenhäute, der entsprechenden Aenderung des Refraktionszustandes beider Augen, der harmonischen Stellung beider Seharen und beider gleichnamigen Meridiane, dem Verhalten beider Augen beim Sehen durch verschieden gefärbte Gläser u. s. w., wird der Consensus beider Augen, wie auch der Einfluß desselben auf die Entwicklung und Beurtheilung vieler Krankheitsphänomene, welche oben näher bezeichnet sind, hinreichend deutlich. — Bei Kachymien durch Quecksilber, Kupfer, Gift, Scropheln u. s. w. erkranken auch nicht selten die symmetrischen Theile beider Augen. Dies erklärt sich theils aus dem Consensus, in welchem die gleichnamigen Theile mit einander stehen, und aus der gleichen Erregbarkeit der entsprechenden Nerven, theils aus den gleichen chemischen Verhältnissen derselben zum kranken Blute.

Mitempfindungen und Mitbewegungen entstehen leichter und früher in Organen derselben Seite, als in entsprechenden der anderen Seite, weil die Mittheilung nach der Länge leichter erfolgt, als nach der Quere im Rückenmarke und im Gehirne. Betrachtet man z. B. einen Schnitzel farbigen Papiers auf einem weißen Grunde lange Zeit, bis zur Ermüdung des Auges, so verschwindet auf einmal der farbige Eindruck auf eine kurze Zeit ganz, und an seine Stelle tritt der weiße Grund, so daß das farbige Bild vom weißen Grunde wie weggewischt wird. Das Verschwinden dauert übrigens nur einige Sekunden, dann taucht das objective Bild sogleich wieder hervor. Ebenso erscheint ein weißes Quadrat auf schwarzem Grunde größer, als ein schwarzes auf weißem Grunde, weil der stärkere Eindruck des Weißen sich der Nachbarschaft mittheilt. Augen mit Torpor der Retina sehen, weil sie Alles in einem schwächeren Lichte wahrnehmen, die Gegenstände kleiner, und Augen mit Hyperästhesie der Retina sehen, weil sie Alles in einem helleren Lichte wahrnehmen, die Gegenstände größer, als gesunde Augen, ebenso wie die Haut an den Stellen, wo eine schärfere Empfindung ist, auch die, die Empfindung veranlassenden Gegenstände größer wahrnimmt, als an den Theilen mit unbestimmterem Gefühl.

d) Mitempfindungen erfolgen stets zuerst und am heftigsten in den Nerven, welche mit dem gereizten Nerven in der innigsten Verbindung stehen, so bewirkt z. B. grelles Licht, oder mäßiges Licht bei sehr reizbarer Retina, Schmerz in der Stirn und Niesen; Entzündungen der inneren Theile des Auges, namentlich der Iris, veranlassen zuerst Schmerz im Auge, dann in der Stirn und in dem oberen Theile der Nase, dann in der Infraorbitalgegend und im Jochbein, zuletzt in der unteren Zahnreihe. Diese Erscheinungen sind so constant, daß man aus der Ausbreitung des Schmerzes in der Regel auf die Heftigkeit und Ausbreitung der Iritis

schließen kann. Mit einer Iritis ist immer auch Lichtscheu verbunden, weil die Reizung der Iris durch Irradiation auf die Retina übertragen wird.

Nach denselben Gesetzen wie die Mitempfindungen erfolgen auch die Mitbewegungen. Nur läßt es sich hierbei in vielen Fällen genauer nachweisen, daß die Irradiation weniger nach dem räumlichen Nebeneinandersein, als nach der zweckmäßigen Verrechnung der einzelnen mechanischen Momente zur Erreichung des jedesmaligen Zweckes erfolgt. Dies wird unwiderleglich durch den Consensus und Antagonismus, in welchen die einzelnen Augenmuskeln bei den verschiedenen Arten des Blickes treten, bewiesen (Lehrbuch der Ophthalmologie, S. 171). Dennoch scheint in einzelnen Organen die Mitbewegung nach dem räumlichen Nebeneinandersein der Nervenfasern zu erfolgen, so z. B. tritt mit der Contraction des *Musc. rectus superior* stets eine Contraction des *Musc. levator palpebrae superioris*, und mit der Contraction der genannten Muskeln stets, ebenso wie mit der Contraction des *Musc. rectus internus* eine Verengerung der Pupille ein. Diese durch Irradiation des motorischen Impulses veranlaßten Contractionen der Pupille sind ganz unabhängig von dem Einflusse des Lichtes, und können uns bei Lähmung der Retina und davon abhängiger Unempfindlichkeit der Iris gegen den Lichtreiz Aufschluß darüber geben, ob zugleich mit der Lähmung der Retina eine Lähmung der Ciliarnerven vorhanden ist. Ist die letztere zugleich mit vorhanden, so wird die Pupille bei gleichbleibendem Lichtreize und bei Bewegungen des Auges nach oben und nach innen starr und unbeweglich bleiben, was nicht der Fall ist, wenn die Ciliarnerven gesund sind.

Die Associationen der Muskeln, welche im gesunden Zustande die Mitbewegungen bedingen, ändern sich in Krankheiten auf mehrfache Weise; einestheils schwindet die Association zwischen sonst associirten Muskeln, und andernteils treten Mitbewegungen in sonst nicht associirten Muskeln hervor. Bei normaler Beschaffenheit beider Augen wirken bei der Richtung der Seharen von nahen auf ferne Gegenstände beide *Mm. recti externi*, bei der Richtung der Seharen von fernem auf nahe Objecte beide *Mm. recti interni*, bei der Richtung der Seharen nach der einen oder der anderen Seite ein *Mm. rectus externus* und ein *internus* gleichzeitig. Erblindet aber das eine Auge, oder erblinden gar beide Augen, so bleiben die Seharen stets parallel; der Consensus beider *Mm. recti externi* und beider *recti interni* ist hier also gänzlich aufgehoben, und es ist nur noch der Consensus eines *M. rectus externus* und eines *internus* möglich. Die Ursache dieses aufgehobenen Consensus liegt in der mangelnden Sehfunction, wobei es der Retina nicht mehr gestattet ist, je nach dem Bedürfnisse des einfachen und deutlichen Sehens mit beiden Augen die Neigung der Seharen zu corrigiren. Aus demselben Grunde verharren auch die Seharen beim Schielen mit einem hohen Grade von Amblyopie des schielenden Auges beim Blicke auf nahe und ferne Gegenstände stets in demselben Neigungswinkel, ungeachtet das schielende Auge die Bewegungen des gesunden Auges nach den verschiedenen Richtungen stets concomitirend in einem kleineren Kreise mitmacht. — Der beim Schielen verkürzte Augenmuskel ändert nur mit Anstrengung das Längenmaß, welches ihm der Zustand seiner Rigidität anweist. Die nächste Folge davon ist, daß auch das andere gesunde Auge, welches an das schielende durch die Association gebunden ist, in seinen Seitenbewegungen behindert ist. Um diese Be-

hinderung auszugleichen, wendet der Kranke, namentlich beim Strabismus convergens, unwillkürlich die Gesichtshälfte, welche dem gesunden Auge entspricht, nach vorn mit schräg gestellter Richtung der Längsaxe des Kopfes, damit, bei der krankhaft vermehrten Convergenz der Seharen, das gesunde Auge bei einem gerade vorliegenden Objecte nicht nöthig hat, mit ermüdender Anstrengung weiter nach außen zu rücken. Hier treten demnach die Halsmuskeln in einen neuen Consensus mit dem Augenmuskel, der nach der glücklichen Operation des Schielens sogleich wieder schwindet, indem dann der Zweck allein durch die Augenmuskeln mit Leichtigkeit erreicht werden kann.

e) Zu den consensuellen Erscheinungen gehören auch die, welche durch Mittheilungen der Erregungszustände von den Bewegungsnerven auf die Empfindungsnerven, und umgekehrt von den Empfindungsnerven auf die Bewegungsnerven, hervorgerufen werden, nämlich die Reflexempfindungen und die Reflexbewegungen.

Verstärkte Muskelcontractionen haben meistens Reflexempfindungen zunächst in den mit den gereizten Muskelnerven in innigster Verbindung stehenden sensitiven Nerven zur Folge; daher ist ein jedes schielende Auge lichtscheu, und wird von hellem Lichte um so leichter geblendet, je geringer der Grad des Schielens und je bedeutender noch die Sehkraft des kranken Auges ist, weil die Reflexempfindung, wie jede andere Empfindung, um so leichter erfolgt, je reizbarer der betreffende empfindende Nerv ist. Aus der Lichtscheu des schielenden Auges erklärt es sich, warum das schielende Auge in der Dämmerung oft besser sieht, warum manche Schielende gegen Abend anfangen doppelt zu sehen, indem die Bilder des gesunden, kräftigen Auges mit denen des kranken, reizbaren Auges in der Dämmerung mehr in's Gleichgewicht gesetzt werden, und erstere die letzteren nicht mehr so bedeutend an Intensität überragen. — Beim Krampfe der Augenmuskeln klagt der Kranke über ein Gefühl von Spannung und Druck im Auge und dessen Nachbarschaft; diese Gefühle können indessen auch die Folgen einer durch die Contraction der Muskeln veranlaßten mechanischen Reizung der den Muskeln angehörigen oder im Augapfel verlaufenden sensiblen Nerven, oder aber auch der gleichzeitigen Erregung sensibler und motorischer Fasern in peripherischer oder centraler Bahn sein; so z. B. beobachtete ich unheilbare Lichtscheu mit heftigem Augenliederkrampf bei einem Menschen, der an Tuberculosis cerebri starb. Bei sehr heftiger Contraction der Muskeln verfallen die sensiblen Nerven auch nicht selten in Erstarrung, so daß ein Gefühl von Taubheit in den sensiblen Nerven und Abnahme der optischen Sensibilität erfolgen.

Am zahlreichsten und bekanntesten sind die Reflexbewegungen, z. B. die Verengerung der Pupille durch Erregung der Retina, die Schließung der Augenlider durch Reizung der Conjunctiva, die instinktmäßige Aenrichtung beider Augen zum Einfachsehen; die gleichzeitige verschiedene Affection identischer Nerventheile wirkt nämlich auf den entsprechenden Centraltheil als ein Reiz, der sich durch Reflexion auf die entsprechenden Augenmuskelnerven fortpflanzt, welche dann die Muskeln zu der geforderten Contraction unwillkürlich bestimmen. — Abnorme Reflexbewegungen, d. h. ungeordnete, meist sehr heftige, unwillkürliche, über die Grenzen gewöhnlicher Associationsbewegungen hinausliegende Zusammenziehungen der Muskeln erfolgen immer nach heftigen Reizungen der sensitiven Nerven durch absolut starke Reize, oder auch durch relativ starke Reize bei Hyperästhesie der

sensitiven Nerven, und ganz besonders auch bei geschwächtem oder gänzlich aufgehobenem Willenseinflusse, und zwar zuerst und am heftigsten an den Muskeln, welche mit den gereizten Empfindungsnerven im nächsten Zusammenhange stehen. Von diesen breitet sich dann unter Umständen die Reaction weiter über das motorische System aus. Bei geringer Erregung der Retina erfolgt bloß Contraction der Pupille, bei stärkerer Erregung derselben, namentlich beim Erethismus, in welchen die Netzhaut bei jeder heftigeren Entzündung des Auges, besonders der innern Theile, und auch oft bei anderen Ursachen ohne Entzündung verfällt, beschränkt sich die Erregung nicht auf die Iris, sondern erstreckt sich auch auf die Augenmuskeln und den Musculus orbicularis, so daß eine unruhige und unwillkürliche Beweglichkeit, selbst Nyctismus, Nictitatio und Blepharospasmus entstehen. Bei sehr heftiger Erregung verbindet sich selbst mit den genannten Erscheinungen Krampf des Corrugator superciliorum und der Gesichtsmuskeln. Aus den unwillkürlichen, zitternden Reflexbewegungen, in welche das Auge bei starken Anstrengungen, oder auch schon bei geringen Anstrengungen, wenn Hyperästhesie zugegen ist, verfällt, ist die Verwirrung der Gegenstände, ihre scheinbare zitternde Bewegung, das Doppelsehen und der oft hinzutretende Gesichtsschwindel zu erklären, weil die Bewegungen, wegen der zu starken Erregung, mehr unwillkürlich als willkürlich sind. — Ähnliche Erscheinungen tauchen unter Umständen auf, bei denen der Willenseinfluß auf die motorischen Nerven geschwächt ist. Bei der Anästhesie der Retina kostet jeder Versuch, kleinere Objecte zu sehen und anhaltend zu fixiren, Anstrengung, das Auge geräth dabei in Unruhe, weil der Wille den Reflexionen nicht hinreichend mehr entgegen zu wirken vermag. Beim Nyctismus, dessen wahre Ursache Schwäche mit krankhafter Convulsibilität der Augenmuskeln ist, werden die unwillkürlichen Bewegungen der Augen durch Alles, was den Willenseinfluß auf dieselben schwächt, bedeutend verstärkt, z. B. durch Verlegenheit, Schaam, Zorn u. s. w. Unter ganz ähnlichen Umständen fangen auch oft Menschen, die sonst nicht zu schielen pflegen, zu schielen an, oder schielen stärker, wenn sie vorher auch schielten.

f) Seit langer Zeit ist es schon bekannt, daß der N. sympathicus sich nicht darauf beschränkt, die Eingeweide der Brust- und Bauchhöhle mit Zweigen zu versorgen, sondern daß er mit den Gefäßen auch zu den übrigen Theilen des Körpers tritt und sich einigen Nerven anschließt. Zum Auge tritt er vorzugsweise durch das Ganglion ciliare und durch einige andere Zweige, die mit den Cerebralnerven, namentlich mit dem N. trigeminus Verbindungen eingehen. Es stehen also die verschiedenen Theile des Auges unter sich und mit dem Totalorganismus nicht bloß durch Blutgefäße und Cerebrospinalnerven, sondern auch durch sympathische Nerven in Verbindung. Durch diese Verbindung werden gewisse sympathische, consensuelle und antagonistische Erscheinungen bedingt, von denen ich jetzt die wichtigeren in Kürze erwähnen werde.

Der N. sympathicus, dessen Selbstständigkeit, ungeachtet einer gewissen Abhängigkeit desselben vom Gehirn und Rückenmark, in neuerer Zeit evident erwiesen ist, steht, wie überall, so auch im Auge, der Thätigkeit der Gefäße und den organischen Processen vor, ohne Zweifel aber auch den organischen Bewegungen der Iris, und speciell denjenigen, welche die Erweiterung der Pupille bedingen. Die Erweiterung wird durch die vom Ciliar- nach dem Pupillarrande laufenden Radialfasern, die Verengerung durch die Ringfasern vermittelt. Letztere werden wahrscheinlich vom Oculomotorius,

also vom Gehirn aus beherrscht, obgleich auch die dadurch bewirkten Bewegungen unwillkürlich sind, weil die vom Oculomotorius stammenden Irisnerven durch ihr Eintreten in das Ganglion ciliare ihrer Willkür beraubt werden.

Die Wirkung eines Reizes beschränkt sich im N. sympathicus noch weniger als in den Cerebrospinalnerven auf die Stelle des Nerven, welche primär getroffen wird, sondern geht weiter, und in vielen Fällen sind die wahrnehmbaren Folgen der Erregung nicht an den Collisionspunkten, sondern nur oder vorzugsweise an weit entlegenen dritten Orten wahrnehmbar. Aus dem Grunde bringen leichte Verletzungen der Ciliarnerven, der Retina, der Orbita, welche an der verletzten Stelle kaum einen leichten Schmerz hervorrufen, oft schon heftiges Würgen und Erbrechen hervor, das durch Opium, innerlich genommen, am schnellsten und sichersten gestillt wird. — Wird bei einem Hunde der Sympathicus und Vagus, die innig zusammenhängen, am Halse durchschnitten, so erfolgt zuerst durch den Reiz der Durchschneidung eine starke Erweiterung, und gleich darauf mehrmals wiederholte, verstärkte und dann bleibende Contraction der Pupille. Dabei tritt die Palpebra tertia, deren Muskel von einem willkürlichen Gehirnnerven, dem Oculomotorius, versorgt wird, stärker hervor, die Gefäße des Auges verlieren ihren Tonus, das Auge röthet sich und sondert eine größere Quantität Eiter und Thränen ab. Durchschneidet oder unterbindet man den zweiten Vagusknoten (das Analogon des Plexus gangliiformis des Menschen), so verkleinert sich die Pupille, und wird dabei länglichrund und nach oben winkelig. Erstirpirt man dagegen den obersten Halsknoten des Sympathicus, so wird die Pupille ebenfalls eng, oval, aber nach unten zu eckig. Am entscheidendsten sind die Versuche, welche sich auf die bloße Trennung der entsprechenden sympathischen Wurzelgebilde beziehen. Legt man bei einem Kaninchen den zweiten Knoten des Vagus bloß, und durchschneidet man die Wurzelfäden, welche in seine Hinterseite treten, so wird die Pupille kleiner, länglich und oben winkelig. Die Durchschneidung des Halsstammes des Vagus unterhalb des genannten Ganglion soll diesen Erfolg nicht haben. Ebenso soll die Pupille unverändert bleiben, wenn man den freien Halsstamm des Sympathicus trennt. Die oben geschilderten Modificationen sollen aber erfolgen, sobald die an der äußeren und hinteren Seite desselben eintretenden Wurzelbündel verletzt werden. In diesen Thatsachen ist der Schlüssel zur Erklärung der verschiedenen Veränderungen, welche die Pupille, sowohl in Bezug auf ihre Form, als hinsichtlich der Beschaffenheit ihres Randes bei Krankheiten erleidet, zu suchen.

Die Regenbogenhaut bekommt also ihre Primitivfasern nicht bloß von dem Oculomotorius und Trigeminus, sondern auch mittelbar von dem obersten Halsknoten des Sympathicus. Diesenigen Nervenfasern der Iris, welche vom Sympathicus kommen, scheinen nach obigen und noch anzuführenden Thatsachen mit denen vom Oculomotorius und Trigeminus in einem antagonistischen Verhältnisse zu stehen; Lähmungen und Durchschneidungen des Sympathicus und des Theiles des Trigeminus, mit dem die zum Auge tretenden sympathischen Fasern sich verbinden, bedingen, ebenso wie directe Reizungen des Oculomotorius und Aufregungen des Trigeminus in einem weiteren Kreise, einen vermehrten Einfluß des Oculomotorius und deshalb Verengerung der Pupille, während Reizung des Sympathicus und Lähmung des Oculomotorius und des Trigeminus den Einfluß des Oculomotorius schwächen und Erweiterung der Pupille

veranlassen. Dasselbe beweisen die neuesten Versuche mit der electromagnetischen Rotationsmaschine: werden die beiden Leitungsdräthe derselben, während die Maschine in Thätigkeit gesetzt wird, auf das Auge eines geköpften Thieres, bei dem der Gehirneinfluß gelähmt ist, aber die Thätigkeit des Sympathicus noch fortdauert, gesetzt, so erfolgt Erweiterung der Pupille, während ich bei einem lebendigen Thiere Verengerung habe eintreten sehen. Wird Belladonna in das Auge geträufelt, so wird, wegen Schwächung der sensitiven Ciliarnerven, der Einfluß des Sympathicus verstärkt und die Pupille erweitert, ebenso wie das Herz im Starrkrampf stehen bleibt, wenn man eine Auflösung des Strychninum purum in Wasser mit der inneren Wand des Herzens in Berührung bringt.

Die Bewegungen der Iris sind denen des Herzens vergleichbar; sie bewirken einen ewigen Wechsel zwischen Erweiterung und Verengerung der Pupille, gleich den Pulsationen des Herzens. Die Iris besitzt, ebenso wie das Herz, ihren eigenthümlichen Ganglienknoten, das Ganglion ciliare oder ophthalmicum, welches sowohl trophische, als sensitive und motorische Fasern enthält. Die letzteren werden ohne Zweifel durch den Durchtritt durch das Ganglion dem Willen entzogen und dadurch fähig, den Tonus der Irisfasern und ihren unaufhörlichen Wechsel zwischen Contraction und Erschlaffung mit zu unterhalten. Daß in dem Ganglion ciliare der Willenseinfluß aufgehoben werde, dürfen wir aus der Analogie schließen, indem wir bei solchen Thieren, deren Iris direct mit Gehirnnerven versehen ist, wie z. B. bei der Zibethkatze, willkürliche Bewegungen derselben antreffen. Die neuesten galvanischen Versuche an den zum Herzen tretenden Gehirnnerven beweisen außerdem die große Analogie des Herzens mit der Iris. Der Einfluß des Nerv. sympathicus vermittelt den Antrieb zur Thätigkeit des Herzens, während der Einfluß des Nerv. vagus die Thätigkeit des ersteren in Schranken erhält, d. h. den Regulator für die Erreichung allgemeiner Zwecke für das Ganze bildet. Wird dieser regulirende Einfluß durch Reizung des Sympathicus relativ geschwächt, oder durch Durchschneidung beider Nerv. vagi gänzlich vernichtet, so geräth das Herz meistens in eine stürmische Aufregung, was ich öfter mehrere Stunden lang nach dieser Operation beobachtet habe. Wird dagegen der Einfluß beider Nerv. vagi durch ihre gleichzeitige Reizung mittelst des Rotationsapparates gesteigert, so geräth das Herz in Ruhe und Erschlaffung, weshalb es vom andringenden Blute ausgedehnt wird. Leider läßt sich die Function des Nerv. sympathicus, die Herzthätigkeit zu beschleunigen, nicht direct durch isolirte Einwirkung auf die Nerven beweisen, obgleich sie aus anderen Gründen höchst wahrscheinlich wird. Die Function des Nerv. vagus, die Herzthätigkeit zu vermindern, ist dagegen direct durch Versuche bewiesen und außer allen Zweifel gesetzt. — Eine besondere Analogie des Verhältnisses des Nerv. trigeminus zu den sympathischen Fasern der Iris mit dem Nerv. vagus und den sympathischen Nerven des Herzens läßt sich noch aus folgenden Thatsachen nachweisen: nicht zu heftige Reizungen einzelner Aeste des Trigeminus, welche mit dem Ganglion ophthalmicum in näherer Beziehung stehen, pflanzen oft ihren Reiz auf die sympathischen Nerven der Iris fort und bedingen Erweiterung der Pupille, während heftige Reizungen des Ramus ophthalmicus oder auch noch anderer Aeste sich in einem stärkeren Grade auf den Oculomotorius reflectiren, und dadurch Verengerung der Pupille bewirken. Ein dreizehnjähriger Knabe bekam auf die Gegend, wo der Supraorbitalnerv liegt, einen Schlag mit einem

Stoße, der die Erscheinung einer leichten Contusion zurückließ. Der Knabe hatte nur wenig Schmerz, konnte genau mit dem Auge sehen, aber die Pupille war erweitert, nach oben hin verzogen und unbeweglich, in welchem Zustande sie längere Zeit verharrete. — Einem anderen Menschen scarificirte ich, wegen eines Ektropiums, öfter das untere Augenlid, und stets, so oft ich einige Schnitte am äußeren Augenwinkel machte, erweiterte sich die Pupille und blieb, bis die Wunden geheilt waren, unverändert. — Berührt man z. B. den Vorhof des Herzens mit den genäherten Enden der Leitungsdräthe, wenn der Strom durch Verlegung des Ankers geschwächt ist, so hört die Bewegung desselben auf der berührten Seite auf, während der Ventrikel zu pulsiren fortfährt. Dieser Stillstand ist eine Wirkung der Unthätigkeit der Muskeln des Vorhofes, denn seine Wände sind während desselben nicht contrahirt, sondern erschlafft, und werden allmählig durch das eindringende Blut, das weniger Widerstand findet, so ausgedehnt, daß der Vorhof strotzend erfüllt wird. Berührt man den Vorhof auf dieselbe Weise, wenn der Strom sich nach Entfernung des Ankers in voller Kraft befindet, so steht er auch still, aber nicht im Zustande der Erschlaffung, sondern im heftigsten Zustande der continuirlichen Zusammenziehung, weil er sich im tonischen Krampfe befindet, so daß das Blut weder durch ihn hindurch, noch in ihn hinein treten kann. Dieser tonische Krampf dauert auch noch nach Entfernung der Dräthe einige Zeit fort, und die Vorkammer beginnt erst spät und langsam ihre rhytmischen Bewegungen von Neuem.

Das aus den angeführten Thatsachen sich herausstellende Verhältniß der Gehirnnerven zum Nerv. sympathicus giebt uns die Erklärung zu mannigfaltigen pathologischen, am Auge auftretenden Erscheinungen. Bei Reizungen des Unterleibes, beim Wurmreiz, bei der Gastromalacie, der Onanie, bei kleinen Kindern, bei denen das vegetative Leben, also der Nerv. sympathicus vorherrscht, ist die Pupille weit; ebenso bei Lähmungen des Gehirns durch Blut-, Eiter-, Wassererguß in dasselbe, bei Lähmungen des Nerv. oculomotorius, trigeminus und der Retina. Bei der Febris nervosa stupida, wobei Torpor des Gehirns vorwaltet, ist die Pupille weit. Dagegen wird die Pupille eng bei relativ oder absolut vermindertem Einflusse des Sympathicus, z. B. bei Unterleibs- und Rückenmarkslähmungen, bei Torpor des Unterleibes mit hartnäckiger Verstopfung, z. B. bei Scrophulösen (bei denen dann nicht selten gleichzeitig auch Lichtscheu eintritt), im hohen Alter, wo das vegetative Leben zurücktritt, bei Reizungen und Entzündungen des Gehirns, der Augen und ihrer Nerven, beim Krampfe der Augenmuskeln und der Iris, bei Neuralgien des Ramus ophthalmicus nervi trigemini.

Ein ähnliches Verhältniß wie zwischen den sympathischen Nerven des Herzens und dem Nerv. vagus waltet auch ob zwischen den sympathischen Nerven der Gefäße und den entsprechenden Cerebrospinalnerven. Es ist jetzt eine ausgemachte Sache, daß der Tonus der Gefäße vom Nerv. sympathicus abhängt. Die erhöhte Erregung des letzteren ist daher zu entnehmen aus der Zunahme des Tonus. Die Zunahme des Tonus wird erschlossen aus der größeren Härte, Spannung und der geringeren Anfüllung, dagegen die Abnahme desselben aus der größeren Anfüllung, Ausdehnung und Weichheit der Ader. Bei vollständiger Lähmung des Theiles des Nerv. sympathicus, welcher zum Auge tritt, z. B. bei einem Leiden des Ganglion Gasseri oder des Stammes oder des Ursprunges des Nerv. trigeminus, wird die Conjunctiva geröthet, mit dunkeln, varicösen Blut-

gefäßen durchweht, und sondert eine große Quantität eines dicken Eiters ab; die Hornhaut trübt sich, in ihrem Centrum lagert sich ein milchweißes Exsudat ab; die Gefäße der Iris treten deutlich hervor; allmählig nehmen der Eitererguß und die Trübung in der Hornhaut zu, so daß die Iris ganz verdeckt wird; die vordere Augenkammer füllt sich, unter Zunahme der Gefäßinjection, mit weißem Exsudate; auf der Hornhaut bildet sich ein Geschwür, welches mit einer trocknen gelblichen Kruste bedeckt ist, und bisweilen eine Ruptur der Hornhaut, Ausfließen der Augenflüssigkeiten und Einschrumpfen des Bulbus bedingt. Aus einer anderen Reihe von Erscheinungen läßt sich darthun, daß, ebenso wie die Erregung des Herzens im umgekehrten Verhältnisse zu der Erregung des Nerv. vagus steht, auch der Tonus der Adern mit der Erregung der motorischen und sensitiven Cerebrospinalnerven im umgekehrten Verhältnisse sich befindet; vermehrte Erregung der letzteren bringt Verminderung des Tonus zu Stande und umgekehrt. — Eine nicht sehr heftige, kurze Zeit andauernde, aber öfter wiederkehrende krampfhaft Erregung der Muskeln bewirkt, ebenso wie eine häufig wiederholte, starke, willkürliche Anstrengung derselben, eine Ueberfüllung ihrer Blutgefäße, Vermehrung der Absonderung, der Ernährung und des Contractionsbestrebens. Die betreffenden Augenmuskeln bekommen dadurch ein materielles Uebergewicht über ihre Antagonisten, so daß, bei Zunahme desselben, es nicht mehr in der Macht des Kranken liegt, sie anhaltend und unter allen der Function des Auges angemessenen Verhältnissen durch willkürliche Anregung der Antagonisten zu überwinden. Auf diese Weise bildet sich durch häufige willkürliche oder unwillkürliche einseitige Erregungen, am leichtesten durch leichte Entzündungen einzelner Augenmuskeln, Schielen mit Hypertrophie der Muskelsubstanz aus. Hiergegen darf man nicht einwenden, daß der Muskel in Folge heftiger und anhaltender Krämpfe blaß, atrophisch und tendinös wird, denn hierbei hemmt der anhaltende, heftige Druck der gesammten Muskelfasern mechanisch den Andrang des Blutes und die Ernährung.

Dem angeführten Gesetze gemäß, daß der Tonus der Gefäße mit der Erregung der Cerebrospinalnerven im umgekehrten Verhältnisse stehe, hat auch eine erhöhte Erregung der sensitiven Nerven eine verminderte Erregung der Gefäßnerven, also Erschlaffung, Ausdehnung und Turgescenz der Gefäße, und umgekehrt eine verminderte Erregung der ersteren eine vermehrte der letzteren zur Folge. Ist mit einer Anästhesie der Cerebrospinalnerven eine Lähmung der Gefäßnerven verbunden, so sind beide von der nämlichen Ursache, wie z. B. bei der Durchschneidung des Nerv. trigeminus innerhalb der Schädelhöhle, gelähmt.

Bei einer jeden Hyperästhesie des Auges und seiner Nachbarschaft bilden sich, wegen der erweiterten und erleichterten Communication zwischen den Thätigkeiten der verschiedenen Nerven, nicht nur in den benachbarten sensiblen Nerven sehr leicht irradiirte Empfindungen, und in den von den entsprechenden motorischen Nerven abhängigen Organen Reflexbewegungen, sondern auch in den vom Nerv. sympathicus abhängigen Gebilden Störungen der Blutbewegung, Congestion, Hitze, Vermehrung der Absonderungen aller Art. Die Erscheinungen heucheln die auffallendste Aehnlichkeit mit einer Entzündung, unterscheiden sich von dieser aber durch ihr meistens plötzliches Auftreten und Verschwinden, durch die Unregelmäßigkeit der Paroxysmen, durch die vollkommene Intermission und durch das Ausbleiben der bei der Entzündung gewöhnlichen Exsudate, indem hier kein Stillstand

der Circulation, wie bei der Entzündung, sondern nur eine durch die Ausdehnung der Gefäße bedingte Verlangsamung derselben, eine Congestion zugegen ist. Eine solche Congestion geht aber sehr leicht in Entzündung, d. h. in Stockung und Exsudation über.

Von jeher hat man einen Unterschied zwischen einer activen und einer passiven Congestion und Entzündung gemacht, einen Unterschied, der auch einigermaßen in der Natur begründet ist; denn activ kann man die Congestion und Entzündung nennen, wenn die Ausdehnung der Gefäße und Turgescentz des Blutes von einer primären Aufregung der sensitiven Nerven erregt und unterhalten wird, dagegen passiv, wenn als Ursache der Ausdehnung der Gefäße und der Turgescentz des Blutes eine Lähmung der sensitiven und sympathischen Nerven zu betrachten ist, wie z. B. nach der Durchschneidung und Lähmung des Nerv. trigeminus. Aus dieser Betrachtung wird es erklärlich, weshalb man, obgleich man bei einer jeden Congestion anfangs ableitende Mittel zu verordnen hat, um die Gefäße zu entleeren und ihnen die Möglichkeit zur Contraction zu verschaffen, bei der activen Congestion und Entzündung zugleich zur Beruhigung der sensitiven Nerven Narcotica und Kälte, dagegen bei der passiven erregende Mittel mit Nutzen auf das Auge anwendet.

Das entgegengesetzte Verhalten der sympathischen Nerven der Gefäße zu den sensitiven Nerven des Auges wird außer den genannten noch durch manche specielle Erscheinungen bewiesen. Bei der Neuralgia rami ophthalmici nervi trigemini stellen sich während des Anfalles stets Röthung der Conjunctiva, Erhöhung der Temperatur und Dacryorrhösis ein, die mit dem Anfalle wieder verschwinden. Aehnlich verhält es sich bei der Nyctalopie, der Photophobie und jeder anderen Hyperästhesie des Nerv. opticus, nur beschränkt sich hier die Congestion nicht bloß auf die Conjunctiva und die Thränenendrüse, sondern erstreckt sich auch auf die Retina und selbst auf das Gehirn, und da in diesen Fällen die Hyperästhesie und die damit verbundene Ueberfüllung der Blutgefäße anhaltender ist, so erfolgt nicht selten eine varicöse Ausdehnung einzelner oder vieler Gefäße, welche dann durch ihren Druck die Function der Retina auf mannigfaltige Weise stören. — Bei der reinen Lähmung des Ramus ophthalmicus nervi trigemini veranlassen Reizungen der Conjunctiva keine Röthung, keinen Thränenfluß und kein Blinzeln. — Bei langwieriger Lähmung der Retina wird die Conjunctiva blaß, die Cornea trübe wegen mangelnder Abschilferung des Epitheliums; das Auge wird weicher, atrophisch, die Thränen versiegen. Uebrigens kann dieselbe Ursache, welche auf den einen Nerven lähmend wirkt, auf einen anderen, der weniger davon ergriffen wird, reizend wirken, weshalb man neben einer Lähmung der Retina bisweilen eine verstärkte Reizbarkeit der Gefühlsnerven des Auges findet. Die vollkommen erblindeten Augen sind dann bisweilen höchst empfindlich gegen Berührung, blinzeln sehr lebhaft, röthen sich sehr leicht, ja leiden selbst, obgleich nur selten, an schmerzhafter Lichtscheu. Die Lichtscheu rührt daher, daß das erblindete Auge noch empfänglich bleibt für das Licht als allgemeine Reizpotenz oder für dessen Wärmestrahlen. In solchen Fällen reagirt auch die Pupille gegen den Lichteindruck, ebenso wie gegen das Einschlürfen von kaltem Wasser in die Nase.

VI. Anatomie in ihrer Anwendung auf die Augenheilkunde.

Der Einfluß der Anatomie auf die Augenheilkunde ist zu allgemein anerkannt, als daß es hier zur Begründung desselben einer weitläufigen Auseinandersetzung bedürfte. Ich werde mich daher in dem Nachfolgenden noch mehr, als in den früheren Capiteln, auf die Erörterung einiger interessanter Punkte beschränken.

1. Nicht selten begegnen dem Praktiker Fälle, in denen bei normaler Structur aller übrigen Theile des Auges eine unbedeutende Verkürzung oder überwiegende Kraft des äußeren geraden Augenmuskels als die nächste Ursache einer bedeutenden Störung des Sehvermögens erscheint. Die Störung des Sehvermögens steht unter solchen Umständen in Hinsicht ihrer Stärke in gar keinem Verhältnisse zu der geringen Abweichung der Sehaxe von ihrer normalen Richtung, während beim eigentlichen Schielen die Störung des Vermögens mit dem Grade und mit der Dauer der Störung in der Richtung der Sehaxe stets im directen Verhältnisse steht. Zwar ist beim abwechselnden Schielen, bald des einen und bald des anderen Auges, sowohl bei dem nach innen, als bei dem nach außen, in manchen Fällen das Refraktionsvermögen und die Sehkraft beider Augen verschieden, in anderen Fällen aber auch ganz gleich und ungeschwächt. Jene Verschiedenheit hängt dann aber nicht von dem Schielen ab, sondern von andern, oft angeborenen Verhältnissen. In den Fällen aber, in welchen nur ein Auge schielt, verharret dieses Auge stets in einer gewissen Unthätigkeit, und dann steht die Abnahme des Sehvermögens desselben immer mit dem Grade und mit der Dauer des Schielens im directen Verhältnisse. Die Fälle dieser letzteren Art verhalten sich also ganz anders, als die oben bezeichneten, bei denen eine nur schwache Verkürzung des äußeren geraden Augenmuskels mit einer bedeutenden Amblyopie verbunden ist.

Die Erklärung dieser Thatsache ist im höchsten Grade schwierig, und ich muß gestehen, daß es mir bis jetzt noch nicht vollkommen hat gelingen wollen, alle hierher gehörigen Momente mit einander in Einklang zu bringen. Zwar veranlaßt aus mehrfachen Gründen schon eine geringe Störung in der Function irgend eines Augenmuskels, wenn sie lange dauert, allmählig eine Abnahme der Sehkraft. Jene Gründe allein geben uns aber noch keinen genügenden Aufschluß darüber, warum die Sehkraft schneller und stärker bei der übermäßigen Anspannung des äußeren geraden Augenmuskels, als bei der der übrigen Muskeln des Auges abnimmt. Zunächst scheint die Erklärung in der anatomischen Construction des äußeren geraden Augenmuskels, die von der der übrigen Augenmuskeln abweicht, und in dem damit zusammenhängenden größeren Einflusse desselben auf die Function der Gehülfsnerven des Auges gesucht werden zu müssen. Der äußere gerade Augenmuskel entspringt nämlich mit zwei Köpfen. Der untere größere Kopf ist ein Theil des fleischigen Bandes, welches in der flachen Rinne befestigt ist, die im obern Theile des rundlichen Ausschnittes liegt, in dem die Fissura orbitalis superior anfängt. Der andere Kopf kommt von der Periorbita des knöchernen Balkens, der zwischen dem Foramen opticum und der Fissura orbitalis superior liegt, und hängt mit der Scheide des Sehnerven zusammen. Beide Köpfe vereinigen sich in einem concaven Bogen, und umgeben so eine Oeffnung, durch welche in einem Bündel der Nerv. oculomotorius,

trochlearis, abducens, der ramus ophthalmicus des Trigeminus und einige Zweige des Sympathicus in die Orbita übergehen. Die genannten Nerven stehen mannigfaltigen Functionen der Theile des Auges und seiner ihm angehörigen benachbarten Organe vor, und üben so indirect einen wichtigen Einfluß auf die Verrichtungen des Nerv. opticus aus. Auch liegt der Gedanke nicht fern, daß diese Nerven außer einem mittelbaren, auch noch einen unmittelbaren Einfluß auf die Sehkraft ausüben möchten. Mehrere Physiologen und Aerzte behaupten in der That, daß die optische Sensibilität bei Beeinträchtigung des Einflusses der genannten Nerven abnehme, und daß sie wiederum steige, wenn jene Behinderung aufhöre. Wäre diese Annahme der Natur der Sache angemessen, was sie, wie oben S. 276 erwähnt ist, nicht ist, so wäre die Thatsache leicht zu erklären, daß eine Verkürzung des äußeren geraden Augenmuskels und eine damit verbundene Anspannung und Abflachung des von seinen beiden Köpfen gebildeten Bogens, durch welchen die Gehülfsnerven treten, durch den damit verbundenen Druck auf diese Nerven, einen hemmenden Einfluß auf die Function der Retina ausübt. So viel ist gewiß, daß eine widernatürliche Anspannung des äußern geraden Augenmuskels eine stärkere Behinderung der Sehfunktion veranlaßt, als die Anspannung der übrigen Augenmuskeln, und daß die Durchschneidung desselben eine schnelle Steigerung der optischen Sensibilität herbeiführt. Der Druck dieses Muskels auf die Gehülfsnerven scheint bei dieser Art der Amblyopie eine große Rolle zu spielen, wogegen man nicht einwenden kann, daß es gewisse Fälle des Schielens nach außen giebt, bei denen die Sehkraft durchaus nicht gestört ist. Dies waren nach meiner Beobachtung aber stets solche Fälle, wo abwechselnd bald das eine, bald das andere Auge schielte. Hier wirkte also der Druck nicht permanent, und ein momentan eintretender und ebenso schnell verschwindender starker Druck wirkt erfahrungsmäßig bei weitem nicht so nachtheilig, als ein permanenter schwacher.

2. Die meisten Schriftsteller über Staaroperationen empfehlen, nachdem der Einstich mit der Nadel $1\frac{1}{2}$ Linien vom Rande der Hornhaut entfernt, etwas über oder unter dem Querdurchmesser des Auges in die Sclerotica gemacht, und die Nadel etwa 4 Linien tief eingedrungen ist, dieselbe mit nach hinten gerichteter Spitze in die hintere Augenkammer zwischen der Iris und der Linsenkapsel, durch gewisse wohlbekannte Bewegungen gleiten zu lassen. Dieses letztere ist aber theils nicht wohl thunlich, theils auch nachtheilig. Sticht man nämlich etwas weiter als eine Linie vom Rande der Hornhaut die Nadel ein, so ist es wegen der anatomischen Construction des Auges nicht wohl möglich, mit der Nadel in die hintere Augenkammer zu gelangen, ohne die Zonula Zinnii, den hinteren seitlichen Theil der Linsenkapsel und, was das Schlimmste ist, die so nerven- und gefäßreichen Ciliarfortsätze zu verletzen, denn die Zonula heftet sich nach vorn an den größten Umfang der Linsenkapsel an, und setzt sich dann bis zur vorderen Fläche derselben fort; die Ciliarfortsätze greifen, wie bekannt, in die Vertiefungen des Strahlenblättchens (Zonula) ein, sind innig mit diesem verbunden und dadurch im Zusammenhange mit der Linsenkapsel. Ich bin überzeugt, daß die bedeutenden Verletzungen, welche bei der besagten Operationsmethode durch Zerreißen der genannten Theile stattfinden, gegen diese Methode großes Mißtrauen erregen müssen; denn da der Organismus gegen alle gerissenen und gequetschten Wunden stärker und anhaltender reagirt, als gegen einfache Schnittwunden, so scheint in ihnen der Grund gelegen zu sein, warum so häufig acute und chronische, den Verlust

des Sehvermögens auf mannigfache Weise bedingende Entzündungen nach solchen Operationen entstehen. Hierzu kommt noch, daß man besonders bei weichen Staaren, bei denen der Zwischenraum zwischen der Linsenkapsel und der Uvea außerordentlich klein, oder selbst ganz verschwunden ist, auch bei der größten Geschicklichkeit mit der Nadel nicht zwischen diese beiden Organe dringen kann, ohne letztere zu verletzen, was gleichfalls sehr unangenehme Folgen nach sich ziehen kann; denn einestheils giebt es Veranlassung zu einer Iritis, mit leicht darauf folgender Synecesis pupillae, anderntheils passirt es häufig, daß durch das gewöhnlich gebräuchliche Manoeuvre die Kapsel nicht gehörig zerstückelt wird, und nun durch Ablagerungen auf der Kapsel Nachstaare entstehen.

Um solche nachtheilige Verletzungen zu vermeiden, habe ich ein nach richtigeren anatomischen Begriffen geleitetes Verfahren ausgebildet, und dasselbe schon seit einer Reihe von Jahren mit günstigerem Erfolge ausgeübt. — Den ersten Act der mit der Nadel durch die Sclerotica zu verrichtenden Staaroperation mache ich ganz so, wie es von den besten Augenärzten angerathen wird. Beim zweiten Acte der Operation suche ich aber nicht, wie man es sonst zu thun pflegt, mit der Nadel in die hintere Augenkammer zwischen Iris und Linsenkapsel zu dringen, weil dies theils schädlich, theils, wie schon gesagt, nicht wohl thunlich ist, sondern ich halte mich mit der Nadel, deren Convexität nach vorwärts, deren Concavität und Spitze nach rückwärts, und deren Schneiden nach oben und unten gerichtet sein müssen, etwa $\frac{1}{2}$ Linie von der Uvea entfernt, mache darauf, nachdem die Nadel $1\frac{1}{2}$ —2 Linien tief in das Auge eingedrungen ist, mit der Schneide derselben einen perpendicularen Schnitt durch den äußeren seitlichen Theil der Linsenkapsel, und dringe nun zwischen Kapsel und Linse so weit vorwärts, bis die Spitze der Nadel vor der Mitte der Pupille erscheint. Jetzt drehe ich die Spitze der gekrümmten Nadel nach vorwärts, und durchschneide die Kapsel von innen nach außen und von oben nach unten, so daß 4 Lappen gebildet werden. Der dritte und vierte Act wird auf die bekannte Weise verschieden verrichtet, je nachdem die Depressio, oder die Reclinatio, oder die Dissectio gemacht werden soll. — Die Vortheile dieser sich aus der Anatomie des Auges ergebenden Methode sind in meinem Lehrbuche der Ophthalmologie erörtert.

3. Die Linsenkapsel hängt durch das Strahlenblättchen und in der tellerförmigen Grube auf das Innigste mit dem Glaskörper zusammen. Bei einfachen grauen Staaren und selbst bei vollkommen ausgebildeten erleidet dieser Zusammenhang nur selten eine Beeinträchtigung; daher ist der vielfach von den Augenärzten ertheilte Rath, die Linse sammt der Kapsel zu dislociren, im Allgemeinen unrichtig. In den meisten Fällen kann man die Kapsel nur zerstückeln, die Lappen schrumpfen dann zusammen und lagern sich um den Ciliarkörper, wo sie ohne Nachtheil liegen bleiben. Zerstückelungen der hinteren Kapselwand sind, wegen der innigen Verwachsung derselben mit der Hyaloidea in der tellerförmigen Grube, nutzlos, weil die Wundränder sich hier nicht zurückziehen können, sondern sehr schnell wieder mit einander verheilen. Aus diesem Grunde halte ich alle bisherigen Versuche, sogenannte Verdunkelungen der hinteren Kapselwand, die zum Glück nur selten vorkommen, durch operative Eingriffe zu entfernen, für vergeblich. Wollte man bei Extraktionen der gewöhnlichen Linsenstaare nach geöffneter Hornhaut die Linsenkapsel mit einem Häkchen oder mit einer Pincette ausziehen, so würde man sie nur unter den bedeutendsten Zerreißen

und auch dann nicht ohne einen Theil des Glaskörpers herauszubefördern vermögen. Nur bei der *Cataracta arida siliquata* und bei einigen durch Entzündung entstandenen Staaren, bei denen sich zwischen der Kapsel und ihrer Nachbarschaft Exsudate ergossen haben, ist die Kapsel von ihrer Nachbarschaft gelöst, so daß sie zugleich mit der Linse dislocirt oder extrahirt werden kann.

4. Die Iris ist in Beziehung auf ihren anatomischen Bau ein höchst künstliches und complicirtes Organ, welches den verschiedensten Functionen vorsteht, und den mannigfaltigsten Krankheiten unterworfen ist. Ihr großer Reichthum an arteriellen Gefäßen ist ohne Zweifel darauf berechnet, die Secretion der wässerigen Feuchtigkeit und des so reichlich vorhandenen Pigments der Uvea zu vermitteln, während die zahlreichen Venen dem Rückflusse des Blutes und der Resorption vorstehen. Da das Gefäßsystem auf der hinteren Fläche der Iris von einer dicken Lage des schwarzen Pigments bedeckt ist, so ist es wahrscheinlich, daß hiermit die stärkere Resorptionskraft in der vorderen Augenkammer, in der die Gefäße freier liegen, zusammenhängt. Eben dieser Reichthum an arteriellen Gefäßen, in Verbindung mit zahlreichen, sehr sensiblen Nerven, bedingt aber auch die große Neigung der Regenbogenhaut zu Entzündungen, welche meistens schnell Exsudationen, varicöse Ausdehnung der Venen u. s. w. veranlassen. Der innige Zusammenhang der Gefäße der Iris mit denen des Ciliarkörpers und der Conjunctiva am Rande der Hornhaut erklärt uns den Umstand, daß Entzündungen und venöse Störungen in der Iris sich so leicht dem Ciliarkörper, dem *Circulus venosus orbiculi ciliaris* und der Conjunctiva am Rande der Hornhaut mittheilen, während derartige Affectionen bei weitem nicht so leicht auf die Choroidea und noch schwieriger auf die Retina fortschreiten; denn die Affectionen rücken, wie oben gesagt, ohne Schwierigkeit innerhalb einer bestimmter Capillargefäßverbreitung, die meistens bis zur Grenze eines Organs zu reichen pflegt, vor. Die Anatomie bestätigt diesen Satz vollkommen.

Obgleich die Choroidea mit ihrem Spannmuskel, mit dem *Corpus ciliare*, mit den *Processus ciliares* und mit der Iris ein Ganzes bildet, so behauptet jeder der genannten Theile im erwachsenen Menschen doch auch eine gewisse Selbstständigkeit für sich und erhält ein bis zu einem gewissen Grade für sich bestehendes Capillargefäßsystem. — Die arteriellen Quellen des Blutes, welches die Choroidea durchströmt, sind die *Arteriae ciliares posticae breves*. Sie sind Aeste der *Arter. ophthalmica*, etwa 20 an der Zahl und von verschiedener Größe. Einige von ihnen treten dicht neben einander liegend gerade im hinteren Pole des Auges in dasselbe ein, die übrigen durchbohren die *Sclerotica* schief von hinten nach vorn im Umkreise des Sehnerven und in verschiedenen Entfernungen von demselben. Nachdem sie in die Choroidea eingetreten sind, laufen sie, sich fortwährend gabelförmig theilend, von hinten nach vorn gegen die Ciliarfortsätze hin. Die Aeste, in welche sie zerfallen, kann man in Rücksicht auf die Systeme, in welche sie übergehen, in äußere, innere und vordere theilen. 1) Die äußeren Aeste gehen, ohne in Capillaren zu zerfallen, nachdem sie durch Theilung eine gewisse Feinheit erreicht haben, in die *Venae vorticosae* über und bilden so ein falsches Wundernetz. 2) Die inneren Aeste zerfallen in ein dichtes Netz von Capillaren, welches den Arterien nach innen zu aufliegend den ganzen Grund des Auges bis zu der *Ora serrata retinae* auskleidet. 3) Die vorderen Aeste können von der Grenze

des eben beschriebenen Capillarnetzes an als solche unterschieden werden. Sie liegen der eine dicht neben dem andern, und gelangen in leichten Schwingungen nach vorn vorlaufend nach einem Wege von zwei bis drei Millimetern an die Wurzeln der Ciliarfortsätze, indem sie kleine Nester nach außen in die Substanz des *Musc. tensor choroideae* abgeben. Nachdem sie an den Wurzeln der Ciliarfortsätze angelangt sind, treten sie in dieselben ein und bilden Capillarnetze, oder vielmehr sie bilden die Ciliarfortsätze selbst, da das Gefäßnetz die Hauptmasse und den wesentlichen Theil des Ciliarfortsatzes ausmacht. Das Zerfallen der Arterienstämmchen ist jedoch nicht vollständig, denn einerseits kriechen einzelne derselben in den Furchen zwischen den Ciliarfortsätzen und an der Basis hin, und gelangen noch als Arterien zur Blendung, andererseits vereinigen sich gewöhnlich zwei oder drei Stämmchen zu einem größeren Gefäße, welches an dem ganzen freien Rande des Ciliarfortsatzes in steter Verbindung mit dem Capillargefäßnetze hinläuft, und am vorderen Ende der Basis des Fortsatzes angelangt umbiegt und sich in die Blendung hinein fortsetzt.

Wir haben so eben gesehen, daß die letzten Nester der *Arteriae ciliares posticae breves*, welche in den Ciliarfortsätzen nicht zu Capillaren verbraucht sind, in die Iris übergehen; außerdem aber erhält die Iris arterielles Blut aus zwei Quellen, nämlich aus den *Arter. ciliares posticae longae* und aus den *Arter. ciliares anticae*. Die *Arter. ciliares posticae longae* sind Nester der *Ophthalmica* und an der Zahl zwei; sie durchbohren die *Sclerotica* auf der hinteren Hälfte des Augapfels, aber weiter nach vorn als die *Arter. ciliares posticae breves*. Dann verlaufen sie, die eine (*externa*) an der Schläfenseite, die andere (*interna*) an der Nasenseite, zwischen *Sclerotica* und *Choroidea* nach vorn zum Spannmuskel, und spalten sich in zwei Hauptäste, welche sich nach entgegengesetzten Seiten wenden und durch zahlreiche anastomotische Nebenäste einen Kranz von arteriellen Gefäßen, den *Circulus arteriosus iridis major* bilden: sie durchbohren hierbei den Spannmuskel und geben Nester an denselben ab. Außerdem erhält die Iris arterielles Blut aus den *Arter. ciliares anticae*. Dieselben sind kleine Nester, welche theils aus den *Arter. musculares oculi*, theils aus der *Arteria lacrymalis* und *Arteria supraorbitalis* kommen. Sie durchbohren die *Sclerotica* im Umfange der Cornea und treten zunächst in den Spannmuskel ein, dem sie Nester abgeben; sie gehen theils in den *Circulus arteriosus iridis major* ein, theils über denselben fort und treten in die Blendung ein, in der sie geschlängelt nach dem Pupillarrande hin verlaufen; denselben Verlauf haben in der Iris die Arterienäste, welche aus dem *Circulus arteriosus iridis major* hervorgehen und diejenigen, welche von den Ciliarfortsätzen herkommen. Auf diesem Wege zerfallen die Arterien theils in wirkliche Ciliargefäße, theils in feine, aber noch nicht capillare Nester, Nester, welche am Pupillarrande in Venen umbiegen; ehe sie aber den Pupillarrand erreichen, bilden sie in einiger Entfernung von demselben durch quere anastomosirende Nester noch wiederum einen unregelmäßigen Kranz von arteriellen Gefäßen, den *Circulus arteriosus iridis minor*.

Die *Retina* hat ihr eigenes Gefäßsystem, welches sich zwischen der *Membrana limitans* und den Sehnervenfaseru ausbreitet. Es besteht aus einem zuführenden Stamme der *Arteria centralis retinae* und einem rückführenden Stamme der *Vena centralis retinae*, den Nesten beider und ihrem feinen und ziemlich engmaschigen Capillargefäßnetze.

5. Viele der neueren Pathologen theilen die *Iritis* ein in *Iritis super-*

sialis oder serosa, in Iritis parenchymatosa oder Entzündung der Substanz der Regenbogenhaut und in Uveitis, oder Entzündung der hinteren Fläche der Regenbogenhaut. Obgleich nun die Iritis nicht immer die ganze Dicke der Regenbogenhaut ergreift, so ist die obige Eintheilung streng genommen doch unrichtig, denn die vordere und hintere Schicht der Regenbogenhaut besteht aus histologischen Elementen, welche vermöge ihrer nerven- und gefäßlosen Structur nicht entzündet, höchstens nur durch Entzündungserudate der Nachbarschaft verändert werden können. — Die freie Oberfläche der Iris, welche der Cornea zugewandt, ist bedeckt von einer Epithelialschicht, die aus einer Lage von dünnwandigen sechseckigen Pflasterzellen besteht, deren runde Kerne denen des äußeren Epitheliums der Hornhaut an Größe gleich kommen und stark gegen die Oberfläche hin vorragen. — Die hintere Fläche der Iris ist von einer mehrfachen Schicht sechseckiger gekernter Zellen überzogen, welche in der Weise mit braunem körnigem Pigment erfüllt sind, daß nur in der Mitte, wo der Kern liegt, ein heller Fleck bleibt. Dies ist das Stratum pigmenti, auch wohl geradezu Pigmentum nigrum genannt. Diese Pigmentschicht hört am Pupillarrande plötzlich auf.

Das Haargefäßsystem der Choroidea, der Ciliarfortsätze und der Iris sondert die Elemente des Stratum pigmentosum ab. In Folge von Entzündungen wird dasselbe entweder zu reichlich, oder zu sparsam, oder krankhaft verändert abgelagert. Durch zu viel Pigment wird die Farbe der Iris dunkler, ja es bilden sich bisweilen an verschiedenen Stellen der Iris Ablagerungen von braunem oder schwarzem Pigment, die bald eine eckige, bald eine ovale, selten eine ganz runde Gestalt haben. Die Ablagerung des Pigments ist oft so bedeutend, daß es förmliche Hervorragungen bildet. Bisweilen wird der Pupillarrand mit schwarzem Pigment überfüllt, und sieht dann aus wie gezahnt. Bisweilen ist das Pigment in so großer Quantität abgesondert, daß es die vordere Linsenkapsel theilweise oder ganz bedeckt. Dies auf der Kapsel sich findende Pigment scheint einen doppelten Ursprung zu haben. Einestheils rührt es wahrscheinlich von einer anomalen Absonderung solcher Gefäße her, welche sich unter dem Einflusse einer Entzündung auf der Kapsel gebildet haben, anderntheils von dem Ankleben des die hintere Fläche der Iris bedeckenden Pigments an der mit Exudaten bedeckten Kapsel. Das von einer Absonderung der Gefäße herrührende Pigment liegt an den Rändern der rothen Gefäße, ist copióser nach der Peripherie als nach dem Centrum der Kapsel, und scheint, soweit ich es in lebenden Augen habe sehen können, feinkörnig zu sein, während das, welches durch Ankleben auf der Kapsel hängen bleibt, in kleineren oder größeren, unregelmäßig begrenzten Stückchen, oft von der Größe eines Nadelknopfes und darüber erscheint, und bei der Berührung mit der Staarnadel sich leicht abstreifen läßt. — Endlich wird durch die Entzündung auch die Natur des Pigments und damit zugleich die Farbe desselben geändert; man bemerkt z. B. bisweilen eine so reichliche Absonderung von gelbem Pigment am mittleren Ringe der Iris, daß dieser wie ein erhabener Stern hervorragt und wie ein Kranz aufgeheftet erscheint.

Die Blutgefäße der Iris haben verhältnißmäßig sehr dicke Wände, daher sie auch nicht von dem in ihnen enthaltenen Blute dem bloßen Auge sichtbar rothgefärbt erscheinen, wie Gefäße von gleicher Dicke in anderen Theilen, sondern durch das Epithelium der Iris als weißliche Streifen hindurchschimmern. Bei der Entzündung werden die Wandungen dieser

Gefäße ausgedehnt, und daher kommt es, daß wir sie dann am *Circulus arteriosus minor* als einen die Pupille umkreisenden Kranz, zu dem vom *Circulus arteriosus major* einzelne feine Gefäße radial verlaufen, wahrnehmen. Es ist demnach unrichtig, diese Gefäße für neugebildete zu halten. Neubildung von Blutgefäßen kommt freilich in seltenen Fällen auch an der Iris vor, was ich daraus abnehme, daß ich bisweilen Anastomosen der Irisgefäße mit solchen, die auf der vorderen Kapselwand lagen, bestimmt beobachtet habe.

6. In neuerer Zeit haben die Ophthalmologen vielfach von einer Entzündung der inneren glasartigen Lamelle der Hornhaut, der *Membrana Descemetii* gesprochen. Eine Entzündung dieser Haut kommt aber nach meiner Ueberzeugung nicht vor. Die Symptome, welche man von dieser Krankheit aufführt, gehören alle der *Iritis chronica* und *exsudativa*, theilweise auch der *Conjunctivitis*, der sogenannten *Sclerotitis* und *Choroideitis* an. Die Gründe, weshalb ich weder eine primäre, noch secundäre Entzündung der Descemet'schen Haut annehmen kann, sind größtentheils aus der Anatomie entnommen. 1) Die Descemet'sche Haut ist eine durchaus structur- und gefäßlose, auf ihrer inneren Fläche mit einem Epithelium versehene Membran, welche nicht auf die Iris übergeht, leicht bricht, sich dann aufrollt und zur Absonderung des *Humor aqueus* nichts beitragen kann. 2) Diese Haut verändert sich durch Aufbewahren in Weingeist, in kochendem Wasser und Säuren nicht. 3) Sie bleibt, wenn sie bei einem bis auf sie dringenden Hornhautgeschwür durch den *Humor aqueus* blasenförmig hervorgetrieben wird, und allen Schädlichkeiten ausgesetzt ist, Monate lang klar und unverändert, bis sie von Granulationen, die von den Wundrändern der Cornea hervorschießen, bedeckt wird. 4) Niemals sah ich nach Verletzungen dieser Haut durch die Cornea oder die hintere Augenkammer bei Menschen und bei Thieren, ja selbst nicht nach der *Electropunctur* eine Trübung derselben entstehen, wenn nicht gleichzeitig die Hornhaut oder Iris entzündet war. 5) Bei den bedeutendsten Verwundungen der Cornea, bei Verwachsungen der Iris mit der Descemet'schen Haut fand ich die letztere, wenn ich sie von den auf ihr liegenden Exsudaten gereinigt hatte, unter dem Mikroskop vollkommen normal, klar und durchsichtig. In letzteren Untersuchungen standen mir bisher nur kranke Thieraugen zu Gebote.

Ebenso ist die Entzündung der Linsenkapsel genau genommen nichts weiter, als eine Entzündung der Zonula und der tellerförmigen Grube, deren Gefäße sich entzünden, ausdehnen, verlängern und auf der vorderen, selten auf der hinteren Linsenkapsel sichtbar werden. Die Blutgefäße der Linsenkapsel, welche von den Anatomen als solche beschrieben und abgebildet werden, scheinen mir nicht unmittelbar auf der Kapsel selbst zu liegen, sondern vorn auf der vorderen Lamelle der sich mit der Kapsel verbindenden Zonula, hinten auf der in der tellerförmigen Grube sich ausbreitenden Hyaloidea. Dies schließe ich aus der Untersuchung vieler entzündeter Pferdeaugen, in denen ich die genannten, durch Entzündung verdeckten, weißgefärbten, mit vielen Gefäßen versehenen Theile von der vollkommen normalen Linsenkapsel, die unter dem Mikroskop auch nicht das kleinste Gefäßchen zeigte, abziehen konnte. Die Linsenkapsel ist, wie die Descemet'sche Haut, eine structur- und gefäßlose Glashaut, die den eindringenden Schädlichkeiten einen großen Widerstand entgegensetzt; dies geht hervor 1) aus solchen Fällen, bei denen die hintere Linsenkapsel nach der Operation

des Staphyloms längere Zeit frei vorliegt, ohne sich zu entzünden und zu trüben; 2) aus der Untersuchung mehrerer entzündeter Pferdeaugen, in denen ich die Linsenkapsel, welche von innen und von außen mit Entzündungsersudaten incrustirt war, vollkommen klar und durchsichtig fand, nachdem ich sie von den Exsudaten, welche sich mit der Pincette abziehen ließen, gereinigt hatte; 3) aus dem Umstande, daß ich die Linsenkapsel, auch bei anscheinend bedeutenden Degenerationen derselben, bei flüssigen, weichen und harten Linsenstaaren, bei den deutlichsten Spuren der Entzündung in der Nachbarschaft, nie eigentlich krank und undurchsichtig gefunden habe. Ihre scheinbaren Verdickungen rührten entweder von Faltungen oder von Exsudaten auf ihrer inneren oder äußeren Oberfläche her, ihr Gewebe selbst aber war niemals damit getränkt. — Von einer Entzündung der Linse selbst, welche auf ihrer Oberfläche, dicht unter der Kapsel, aus einer Schicht von noch unzusammenhängenden, runden, geförnten, sehr durchsichtigen Zellen von verschiedener Größe, und in der Tiefe aus glashellen Fasern mit sechseckigem Querschnitt besteht, kann noch weniger die Rede sein, obgleich sie sehr leicht in Folge von Entzündungen der Nachbarschaft Degenerationen erleidet, die durch die krankhaften Secreta auf chemischem und mechanischem Wege eingeleitet werden.

7. Die anatomischen Untersuchungen des Chiasma der Sehnerven haben gezeigt, daß die Kreuzung der Sehnerven des Menschen nur eine theilweise (der inneren Bündel) ist, und daß die äußeren Bündel auf der Seite, auf welcher sie vorher lagen, bleiben. Dies ist der Grund, weshalb eine Lähmung einer Wurzel des Chiasma oder des Sehhügels, aus welchem diese entspringt, zugleich eine Lähmung der identischen Theile beider Netzhäute veranlaßt, welche aus einer und derselben Wurzel des Chiasma entstehen, also z. B. des äußeren Theiles der Netzhaut des einen und des inneren Theiles der Netzhaut des anderen Auges. Die Amaurosis dimidiata beider Augen entsteht daher immer aus einer Lähmung der einen Wurzel des Chiasma oder der Theile einer Seite des Gehirns, aus welchen jene entspringt, oder des Sehhügels, der einen Hälfte der Vierhügel. Dennoch haben die pathologisch-anatomischen Untersuchungen, deren wir in Beziehung auf diesen Gegenstand eine große Zahl besitzen, uns bis jetzt noch kein bestimmtes Gesetz an die Hand gegeben, wie sich bei Zerstörung des einen Auges die Degeneration der Sehnerven vor und hinter dem Chiasma verhält, obgleich der gewöhnlichste Fall der ist, daß die Degeneration sich gleichmäßig auf beide Wurzeln des Chiasma erstreckt.

8. Als die wahrscheinlichste Ursache des Accommodationsvermögens wurde oben die Locomotion der Krystalllinse bezeichnet. Diese Locomotion kann aber nach meinem Dafürhalten nur durch die physiologische Wirkung des Spannmuskels der Choroidea (*M. tensor choroideae*) vermittelt werden. Dieser Muskel erscheint nach Wegnahme der Sclerotica als ein grauer Ring (*Ligamentum ciliare*) auf dem vorderen Theile der Choroidea, und entspringt von einer Zone derselben, die sich bis zu den Wurzeln der Ciliarfortsätze erstreckt. Seine Fasern verlaufen von hinten nach vorn, und liegen also neben einander wie die Holzscheite eines Rohlenmeißlers; er heftet sich an der inneren Wand des *Canalis Schlemmii*, mit der er oft so fest verbunden ist, daß sie beim Ablösen der Sclerotica an ihm hängen bleibt. Der Muskel spannt die Choroidea mit der Retina um den Glaskörper an, indem er eine geschlossene Oberfläche verkleinert, welche durch ihn selbst, durch die Cornea und durch die Choroidea gebildet wird; zugleich hebt er

die mit den Ciliarfortsätzen verklebte Zonula Zinnii etwas nach vorn, und vermindert die Spannung derselben in dem Theile, der zwischen der Linse und den Ciliarfortsätzen liegt. Auf diese Weise ist es möglich, daß die Linse nach vorn bewegt werde.

Die Wirkung des *M. tensor choroideae* wird durch die Lähmung des dritten Hirnnerven nicht ganz aufgehoben, sondern nur etwas geschwächt, was daraus zu entnehmen ist, daß das Accommodationsvermögen bei der Lähmung des *N. oculomotorius* nur eine unbedeutende Schwächung erleidet. Es erhält demnach dieser Organtheil ohne Zweifel auch noch Nester von anderen motorischen Nerven. Ein directer Uebergang einzelner Zweige des *N. abducens* und des *N. trochlearis* in das Innere des Auges und speciell in den *M. tensor choroideae* ist freilich bis jetzt noch nicht nachgewiesen, obgleich es nicht unwahrscheinlich ist, daß ein solcher existirt. Gewiß ist es aber, daß der genannte Muskel Nester vom *N. sympathicus*, der motorische und sensitive Fasern in sich schließt, bekommt. Der *Ramus ophthalmicus nervi trigemini*, der die *N. ciliares* bilden hilft, bekommt Nester von demjenigen Theile des *N. sympathicus*, der sich mit dem *N. abducens* verbindet. Bei dem Delfphin fehlt das Ganglion ciliare nie. Seine Wurzeln verhalten sich aber verschieden. Sie stammen aus dem *Ramus externus n. ophthalmici* aus dem Stamme des *Oculomotorius*, und bisweilen größtentheils aus dem *Abducens*, der vorher eine Verbindung mit dem *Ophthalmicus* eingegangen ist. In diesem letzteren Falle sind die Wurzeln vom *R. ophthalmicus* und vom *Oculomotorius* zwar vorhanden, aber ganz außerordentlich fein und untergeordnet. — Zur Bildung des Ganglion ciliare beim Menschen trägt außer dem *N. trigeminus* und *oculomotorius* auch der *N. sympathicus* mit bei, nachdem er Nester von verschiedenen motorischen und sensitiven Hirnnerven erhalten hat. Dieses Ganglion giebt die *Nervi ciliares breves* ab, von denen viele Nester in den *M. tensor choroideae* treten. Der *N. trochlearis* giebt, bevor er in den *M. trochlearis* tritt, keine Nester ab, und bis jetzt ist in der Norm kein Ast desselben bis in das Innere des Auges verfolgt. Nur in einem abnormen Falle fand es sich, daß der *N. naso-ciliaris* vom *N. trochlearis* entsprang. Diese Beobachtung macht es wahrscheinlich, daß auch in der Norm Nester, die für das Innere des Auges und für den *M. tensor choroideae* bestimmt sind, von ihm entspringen. Es läßt sich also sehr wohl denken, daß auch bei Lähmung des dritten Hirnnerven das Contractionsvermögen des *M. tensor choroideae* fortbauere, und daß das Accommodationsvermögen des Auges nur in einem beschränkten Grade von dem Einflusse des *N. oculomotorius* abhängt. Aus diesem Verhältnisse würde sich dann auch der Umstand erklären, daß die Abänderung in der Neigung der Seharen zu einander, die durch den *N. oculomotorius* vorzugsweise bedingt wird, mit der Aenderung des Refraktionszustandes, die zwar meistens, um dem Bedürfnisse zu genügen, mit der Abänderung in der Neigung der Seharen Hand in Hand geht, doch nur in einem untergeordneten Causalverhältnisse zu einander steht, d. h. daß die Aenderung des Refraktionszustandes und die Neigung der Seharen sich nicht gegenseitig absolut bedingen. Bekäme der *M. tensor choroideae* nicht noch andere Nerven, als die, welche vom *N. oculomotorius* abstammen, so wäre, wegen der Synergie der verschiedenen Nester des *N. oculomotorius*, das untergeordnete Causalverhältniß, in welchem die Neigung der Seharen und der Refraktionszustand zu einander stehen, unerklärlich.

9. Obgleich, wie schon oben (S. 242) gezeigt ist, unter den verschiedenen Muskeln beider Augen kein constanter Consensus und Antagonismus obwaltet, so hat man doch vielfach die Existenz eines solchen constanten Verhältnisses angenommen und versucht, dasselbe aus der eigenthümlichen Vertheilung der Nerven zu erklären. Alle Muskeln nämlich, welche gleichnamige Nerven vom Oculomotorius erhalten, sollten associirt sein, während die Muskeln, welche ungleichnamige Zweige von demselben erhalten, sich nicht associiren könnten. Aus diesem Grunde sollten der *M. rectus externus* und *obliquus superior* ihre eigenen Nerven und keine Nerven vom dritten Paare bekommen. Die neuere Anatomie hat aber nachgewiesen, daß beide zuletzt genannten Muskeln, sowohl bei Menschen als bei Thieren, doch Nerven vom Oculomotorius erhalten. In der anatomischen Vertheilung der Nerven kann also die Ursache des harmonischen Zusammenwirkens der Augenmuskeln nicht liegen, um so weniger, da dieselben Muskeln je nach dem Bedürfnisse bald consensuell, bald antagonistisch wirken. Eine harmonische Function der Augenmuskeln ist zum Zwecke des einfachen und deutlichen Sehens mit beiden Augen nothwendig. Sie ist aber die secundäre Folge der Identität der entsprechenden Stellen beider Netzhäute. Die Muskeln des Auges befinden sich, wie schon gesagt, dann im Zustande des Gleichgewichts, wenn die Seharen nach vorn und parallel gerichtet sind. Aus dieser parallelen Richtung gehen sie je nach dem Bedürfnisse beim Fixiren näher und ferner Objecte in eine mehr oder weniger convergirende Richtung über. Der Maßstab hierzu liegt vornehmlich darin, ob das Bild deutlich und einfach erscheint. Einen Hauptbeweis hierfür liefert uns der angeborene Strabismus incongruus. Beim neugeborenen Kinde haben nämlich die Seharen der mit diesem Fehler behafteten Augen eine parallele Richtung, sobald aber das Kind zu fixiren anfängt, lernt es, um des einfachen und deutlichen Sehens willen, das für diesen Zweck nothwendige Schielen ohne Doppelsehen, ohne daß die Bewegungsorgane irgend erkrankt sind. Doppelsehen tritt aber sogleich ein, wenn die Seharen in die nicht-schielende Richtung übergehen.

Die Function der Augenmuskeln wird auf doppelte Weise durch die Bewegungsnerven angeregt; entweder primär oder willkürlich vom Gehirn aus, oder secundär durch Reflex von der Retina aus. Diese letztere Weise trägt ohne Zweifel am meisten dazu bei, den Seharen und den Meridianen die Stellung zu geben, welche zum Einfachsehen nothwendig ist. Da nämlich wahrscheinlich je zwei identische Netzhautstellen demselben Theile des Centralorgans ihre Nervenfasern zusenden, oder doch wenigstens an einer Stelle im Gehirn repräsentirt werden, so muß, wenn zwei heterogene Stellen der Netzhaut von einem Objectpunkte getroffen werden, der Centraltheil zwei verschiedene Thätigkeiten gleichzeitig concipiren, welchem ermüdenden Zustande er durch die identificirende Stellung der Augen sich zu entziehen sucht, indem die gleichzeitig verschiedene Affection identischer Netzhauttheile auf den entsprechenden Centraltheil als Reiz wirkt, der sich durch die motorischen Augenmuskelnerven fortpflanzt, welche dann die Muskeln zu der geforderten Contraction unwillkürlich bestimmen. Die Grundbedingung zur Realisirung dieser geforderten Contraction der Augenmuskeln ist demnach zusammengesetzt aus mehreren Momenten; aus der normalen Beschaffenheit des Centralorgans, der Retina und des Nerv. opticus, aus der der motorischen Nerven und der Muskeln selbst. Wird eins dieser Momente abnorm, so läßt der nothwendige Consensus der Augenmuskeln nach,

die Seharen kreuzen sich nicht mehr auf einem Punkte des Objects und es tritt demnach das ein, was wir Schielen nennen. Hier ist aber nochmals zu bemerken, daß beim Nachlaß der Sehfunction, ohne Betheiligung der übrigen Organe, nur ein Strabismus parallelus sich entwickelt.

Beim einseitigen Schielen, Strabismus monocularis, dessen nächster Grund freilich immer eine Krankheit eines oder mehrerer Muskeln ist, findet sich durchgängig eine wesentliche Verschiedenheit in der Sehkraft beider Augen. Während nämlich das richtig fixirende Auge in der Regel kräftig ist, ja sich sogar häufig einer ungewöhnlichen Schärfe erfreut, ist das schielende Auge immer sowohl in Hinsicht seiner Sehkraft, als in Beziehung auf sein Accommodationsvermögen geschwächt, in seltenen Fällen auch wohl gänzlich erblindet. Bei der Schwäche, noch mehr bei der gänzlichen Tilgung der Sehkraft des einen Auges fehlt in demselben der Hauptreiz zur richtigen Stellung der Sehaxe, nämlich die hinreichend starke Refraction von der Retina auf die Bewegungsnerven. Hieraus allein schon ist es erklärlich, warum bei dem einseitigen Schielen das gesunde Auge eine ununterbrochene Alleinherrschaft beim Sehen ausübt, und warum nach der Schieloperation nur dann, auch wenn keine Lähmung der Antagonisten oder andere nicht zu beseitigende Fehler der Bewegungsorgane oder ihrer Nerven zum Grunde liegen, eine vollkommene Heilung des Schielens erfolgt, wenn die Sehkraft des schielenden Auges sich mit der des gesunden Auges wieder in's Gleichgewicht stellt. Ist letzteres nicht der Fall, so wird nach der Operation immer ein mehr oder weniger bedeutender Grad des Schielens, wenn auch fast immer ein geringerer als vor der Operation, zurückbleiben, und dies ist leider in den meisten Fällen des einseitigen Schielens das Resultat. Diese wenn auch meistens nicht vollkommene Verbesserung in der Stellung der Sehaxe des schielenden Auges nach der Operation ist aber dennoch nicht ohne günstige Folgen, denn einestheils wird dadurch die Sehkraft und Energie des schielenden Auges gesteigert, und andernteils die Beeinträchtigung der Function des gesunden Auges gemindert.

Beim wechselnden Schielen, Strabismus alternans, bei dem die Sehkraft beider Augen meistens nur sehr wenig, selten gar nicht von einander verschieden ist, und der Kranke willkürlich, bald mit dem einen, bald mit dem anderen Auge schielt, ist das Resultat der Operation häufiger ein vollkommenes, denn bei den wechselnd Schielenden trägt es sich häufiger zu, daß die Augen die Fähigkeit wieder erlangen, ihren Seharen die Stellung zu geben, welche den Objecten verschiedener Entfernung entspricht, so daß das Zusammenwirken identischer Netzhautstellen wieder möglich wird. Ein wahrhaft ungünstiges Resultat, d. h. ein solches, wo nach der Operation ein Schielen nach der entgegengesetzten Seite eintritt, gehört, wenn die Operation gut ausgeführt und die orthopädische Nachbehandlung richtig geleitet wird, bei allen Arten des Schielens zu den sehr seltenen Erscheinungen.

VII. Pathologische Anatomie in ihrer Anwendung auf die Augenheilkunde.

Der Einfluß der pathologischen Anatomie auf die Pathologie und speciell auch auf die Augenheilkunde besteht wesentlich darin, daß sie nachweist, welche materiellen Veränderungen in den verschiedenen Theilen des

Körpers und hier besonders in denen des Sehorgans die Krankheitserscheinungen begleiten oder sie veranlassen: indem sie zeigt, wie diese krankhaften Veränderungen entstehen und sich allmählig zurückbilden, dient sie der Pathologie im engern Sinne; indem sie die Prozesse aufklärt, wodurch jene Veränderungen sich ausbilden und in den normalen Zustand übergeben, wird sie zur Gehülfin der Therapie. Beiden medicinischen Disciplinen liefert sie einen wichtigen Theil der zu ihrer Begründung nothwendigen positiven Materialien. Um diese Materialien zu erlangen, verfolgt die pathologische Anatomie einen doppelten Weg; einestheils sucht sie nämlich die Veränderungen der Organe in der Form, Lage, Größe und den sonstigen physikalischen Eigenschaften zu ermitteln, andernteils strebt sie darnach, die für den Arzt noch wichtigeren Veränderungen in der histologischen Textur und chemischen Zusammensetzung zu erforschen. Erstere Aufgabe verfolgte vornämlich die ältere, letztere die neuere pathologische Anatomie. Die ältere pathologische Anatomie hat in Beziehung auf die Augenheilkunde bereits ein reichhaltiges positives Material angehäuft, während die Resultate der neueren Richtung der in Rede stehenden Zweige der medicinischen Wissenschaft noch sehr dürftig sind. Die vorzüglichsten der letzteren sollen jetzt in möglichster Kürze erwähnt werden.

Die Veränderungen der Organe, mit denen sich die pathologische Anatomie beschäftigt, sind theils solche, welche nach der Geburt entweder durch Entzündungen oder durch eine den Ursachen nach uns meistens unbekannte, krankhafte Veränderung der Bildungsthätigkeit entstanden sind, theils solche, welche wir Mißbildungen nennen, und welche mit der ersten Entstehung und Entwicklungsweise des Organismus so genau verwebt sind, daß sie sich nur in der frühesten Periode des Embryolebens, oder wenigstens vor Ablauf seiner vollendeten Entwicklung bilden können.

A. Erworbene Veränderungen der Theile des Auges.

Unter diesen spielen die pathologischen Neubildungen die größte Rolle.

Wie bei der ersten Bildung des Körpers im Embryo und später bei der Ernährung desselben neue Bildungen, Elementartheile und Gewebe entstehen, sich zwischen die bereits vorhandenen einschleibend, so findet etwas Aehnliches häufig in Folge pathologischer Prozesse Statt. Diese Neubildungen sind so mannigfaltig, die Verhältnisse der Entstehung und Entwicklung, dann die weiteren Veränderungen bei dem einzelnen Gebilde so verwickelt, nicht selten die verschiedensten Neubildungen so mit einander combinirt, daß eine genügende Schilderung dieser Gegenstände, namentlich aber die Feststellung und Scheidung der einzelnen Elementarerscheinungen, zu den schwierigsten Aufgaben gehört.

Die allgemeinen Gesetze, nach welchen die Entwicklung pathologischer Bildungen erfolgt, schließen sich auf das Innigste den Gesetzen an, welche die Entwicklungsgeschichte und Histologie für die normale Bildung und Ernährung nachgewiesen hat, ja in vielen Fällen läßt sich zwischen der normalen und abnormen Bildung keine strenge Grenze ziehen. Man unterscheidet organisirte und nicht organisirte pathologische Bildungen. Beide kommen häufig mit einander vereint vor.

Die organisirten Neubildungen zeigen jene ausgebildete Form, jene innere Organisation im Ganzen und in ihren einzelnen Theilen, wie sie Theilen von Organismen zukommt. Sie entstehen alle aus einem flüssigen

oder weichen, exsudirten Cytoblastem nach den Bildungsgesetzen des organischen Lebens. Das Cytoblastem auf der einen, das bereits vorhandene Gewebe auf der anderen Seite sind die beiden Factoren, von denen die Entstehung organisirter pathologischer Producte abhängt. Von ihren verschiedenen Eigenschaften hängen auch die Bildungsweisen und die Eigenschaften der Neubildung ab.

Die nicht organischen Neubildungen entbehren jeglicher Organisation; die höchste und vollkommenste Form, welche sie annehmen können, ist die des Krystalls. Sie entstehen nach den Gesetzen des reinen Chemismus, als Niederschläge aus den Flüssigkeiten, in denen ihre Elementartheile aufgelöst enthalten sind. Häufig ist der Grund der Ausscheidung eine größere Concentration der Flüssigkeit; hierdurch setzen sich Stoffe ab, die eine große Quantität Wasser zu ihrer Auflösung nöthig haben. Eine solche Concentration kann aber eintreten, wenn eine dünne, mit schwer auflösliehen Substanzen nahe gesättigte Flüssigkeit sich nach den Gesetzen der Endosmose durch thierische Membranen hindurch mit einer wasserärmeren in Wechselwirkung setzt, und an diese einen Theil ihres Wassergehaltes abgiebt. Auf diese Weise entstehen oft viele vorzugsweise aus kohlensaurem Kalk und Proteinstoffen zusammengesetzte, meistens höchst feinkörnige Niederschläge in der vorderen und hinteren Augenkammer, innerhalb der Linsenkapsel und der Höhle der hinteren Augenkugel bei der Synchysis. Niederschläge bilden sich auch bei der Concentration der Flüssigkeiten durch Verdunstung an freien Oberflächen, z. B. in der Conjunctiva, den Thränenorganen (Steine in der Conjunctiva, der Caruncula Caerymolis). Noch augenfälliger ist eine andere Ursache der Ausscheidung. Sie wirkt in der Art, daß neue chemische Substanzen, Säuren oder Alkalien, zu einer Flüssigkeit hinzukommen, und die Bedingungen aufheben, durch welche gewisse Stoffe aufgelöst erhalten werden. So verhält es sich gewiß oft bei der Bildung der Thränensteine mancher Cataracten. Die Form der hierher gehörigen Bildungen ist eine verschiedene: bald sind es höchst feinkörnige Niederschläge, bald unbestimmte krystallinische Massen, bald endlich mikroskopisch klein ausgebildete Krystalle.

1. Bei der Bildung des Eiters wandelt sich der Faserstoff des Exsudates anfangs, wie bei jeder Organisation, in kernhaltige Zellen um; diese Zellen trennen sich von einander und schwimmen in dem Blutsrum, wodurch dasselbe eine Emulsionsconsistenz bekommt, und dieses ist der Eiter. Die Eiterzellen, welche Nichts weiter als auf einer bestimmten Stufe stehende bleibende gewöhnliche Zellen sind, die über diese Stufe sich nicht weiter zu entwickeln vermögen, sind vollkommen rund, anfangs durchsichtig, mit deutlichen Kernen; später werden die Zellen dunkel, so daß man die Kerne nicht mehr sehen kann. Durch Essigsäure wird die Zellenwand wieder durchsichtig, so daß der Kern sichtbar wird. Durch fernere Einwirkung der Essigsäure wird die Zellenwand aufgelöst und der Kern in 2—5 Kernkörperchen getrennt. Die Eiterbildung kommt sehr häufig im Auge und dessen Nachbarschaft vor, am Häufigsten auf der Schleimhaut und in der vorderen Augenkammer. Bei einer jeden entzündlichen Reizung der Conjunctiva wird Eiter als Secret gebildet. Vielfach hat man das aus den Augen fließende Secret zur Diagnose der specifischen Natur der Ophthalmien zu benutzen versucht, was aber bis jetzt nicht hat gelingen wollen, indem chemische Analysen desselben von der Genauigkeit, wie sie zu diesem Zwecke nothwendig sind, uns noch gänzlich fehlen. Das Secret stellt sich

uns unter dem Mikroskop immer als ein Gemisch von Thränen-Eiter, etwas Schleim und Epithelialzellen dar. Nur das Verhältniß dieser näheren Bestandtheile wechselt, aber nicht nach der specifischen Natur der Krankheit, sondern nach den Stadien derselben und nach dem Organe, welches ergriffen ist. Im ersten Stadium der Conjunctivitis herrschen die wässerigen, in den späteren Stadien die festen Bestandtheile, der Eiter und der Schleim vor. Bei acuten Entzündungen des Pupillarkörpers besteht das Secret fast nur aus Eiter, bei der asthenischen Blennorrhoe (Auflockerung und Erschlaffung der Schleimhaut) größtentheils aus Schleim, und zum geringsten Theil aus Eiter und Epithelialzellen. Befindet sich die Thränendrüse im gereizten Zustande, so findet man in den klaren Thränen nur wenige Eiterkügelchen, mag die Ursache scrophulös, oder gichtisch, oder syphilitisch u. s. w. sein. Ist das Secret dünnflüssig und wird es in größerer Quantität abgesondert, so fließt es bis zu den Spitzen der Cilien, im entgegengesetzten Falle bleibt es an den Wurzeln derselben kleben. Dies kann uns also kein Moment zur Diagnose abgeben. Ist die Quantität des exsudirten Eiters oder Schleimes gering, aber der Augenlidschlag lebhaft, so wird das Secret zu Schaum geschlagen, und sammelt sich in geringer Quantität an den Augenlidrändern und in den Augenwinkeln an, wo es besonders Nachts zu feinen, leicht zerreibbaren Krusten erhärtet. Die Krusten enthalten keinen Kalk, sondern bestehen aus Proteinstoffen, und bilden eine feinkörnige amorphe Masse. Sie sind nicht bloß ein Attribut der gichtischen Ophthalmie, sondern können unter den genannten Umständen bei einer jeden Augenentzündung vorkommen.

2. In bereits zersetzten, oder gar in Fäulniß übergegangenen Exsudaten kommt es zu keiner Organisation, ja nicht einmal zur Bildung von Eiterzellen. Tritt z. B. zu einer Entzündung eine Lähmung der betreffenden Nerven, oder die Exsudation einer ungemein großen Quantität von Blutplasma in's Gewebe, so entsteht gänzliche Störung des Blutes und Brand; es erfolgt Zerreißung vieler Haargefäße und bedeutende Blutergießung in's Parenchym. Die nächste Folge dieses Vorganges ist Zersetzung des Blutes und Bildung vieler Kohlensäure mit Anhäufung von Wärme; da dieses Blut nicht durch neues ersetzt wird, so muß es sich auflösen, denn resorbirt kann es, wegen der Unthätigkeit der Gefäße, nicht werden. Diese Zersetzung pflanzt sich dann häufig auf das eigenthümliche Gewebe fort, und daher entsteht Substanzverlust. In solchen Fällen besteht das Secret, welches man mit einem Daviel'schen Löffel z. B. von der brandigen Hornhaut abfüllt, größtentheils aus einer amorphen, körnigen Masse, welche hie und da mit einzelnen Eiterkügelchen und Epitheliumzellen und anderen Ueberresten des ursprünglichen Gewebes vermischt ist. Sehr nahe verwandt mit dem Brande ist die ulceröse Zerstörung und die Erweichung, nur findet man bei den letzteren die amorphe feinkörnige Masse häufiger mit Resten des ursprünglichen Gewebes, mit Eiter und Körnchenzellen untermischt, namentlich bei der grauen Erweichung. Bei der rothen Erweichung findet sich extravasirtes und oft aufgelöstes Blut. Bei der weißen Erweichung fehlen die Körnchenzellen und das Blut. — Die ulceröse Zerstörung und Erweichung kommt sehr häufig am Auge vor, namentlich an der Cornea, der Retina und KrySTALLINSE, besonders bei scrophulösen, gichtischen und anderweitig kachektischen Personen, indem bei diesen das Exsudat häufig, wahrscheinlich wegen bedeutender Abweichungen vom Normalzustande, entweder zu gar keiner oder doch nur zu einer sehr unvoll-

kommenen Organisation gelangt. Jedoch kann der Ulcerations- und Erweichungsprozeß auch durch mancherlei andere Umstände, z. B. durch ein rasches Auftreten einer großen Quantität eines flüssigen Exsudates eingeleitet werden. Dies bemerken wir z. B. häufig in der Cornea und Retina bei heftigen Entzündungen.

Die Erweichung der Krystalllinse (*Phacomalacia*, *Cataracta mollis*), welche in Beziehung auf Consistenz, Farbe und die mehr oder weniger vollständige Zerstörung mannigfaltige Verschiedenheiten darbietet, erfolgt wahrscheinlich nur unter dem Einflusse der unter abnormen Umständen auf endosmotischem Wege vermittelt der Linsenkapsel in sie eindringenden Flüssigkeiten. Die Umstände, unter denen die Linsensubstanz von der eindringenden Flüssigkeit chemisch zerstört wird, sind schon im ersten Capitel, wo von den Gesetzen der Endosmose in ihrer Anwendung auf die Augenheilkunde die Rede war, erwähnt; hier habe ich nur noch die anatomischen Alterationen zu entwickeln.

a) Wird bei anomaler Mischung der umgebenden Flüssigkeiten aber Störung des Eigenlebens der Linse, z. B. durch Erschütterung, die Linse erweicht, so findet man, bei vollkommener Klarheit und Durchsichtigkeit der Kapsel, die peripherischen Lagen der Linsen trübe, wolkig, weich wie Kleister, und in dieser weichen Masse viele Körnchen, die sich bei Anwendung von Essigsäure noch mehr trüben, während die noch vorhandenen Linsenfaser deutlich hervortreten, außerdem mehr oder weniger größere oder kleinere Segmente von Linsenfaser, die sich bisweilen spiralig winden. Der Linsenkern ist meistens, wie bei anderen Arten der Erweichung, durchsichtig und von normaler Consistenz, sein Rand aber weicher, wie angefressen; seine vordere Fläche, seltener seine hintere, zeigt 3—8 strahlige Vertiefungen, die den Segmenten der Linse entsprechen. In den Vertiefungen liegt dann erweichte Linsensubstanz.

b) Die Erweichung und Trübung der Linse durch quantitative Vermehrung der Augenflüssigkeiten mit Abnahme des Salzgehaltes und der Alkalescenzen beim Hydrops und der Synchysis, und die durch Säurebildung, verhält sich anatomisch ganz ähnlich, wie die unter a) geschilderte.

c) Werden größere Quantitäten von Cytoblastem bei einer Entzündung der Gefäße der Zonula und der tellerförmigen Grube rasch ersudirt, so dringt ein großer Theil desselben, ohne sich vollkommen zu organisiren, in die Höhle der Linsenkapsel und marzerirt die oberflächlichen Schichten der Linse, während der Kern erhärtet, indem das Eindringen der Ernährungsflüssigkeit durch die größtentheils amorphen, die Linse und ihre Kapsel umlagernden fremdartigen Massen verhindert wird. — Bei dieser Form des Staares vergrößert sich meistens der Linsenkörper; er schwillt an und tritt bei Zunahme des Volumens näher an die hintere Fläche der Iris, wodurch letztere oft convex in die vordere Augenkammer getrieben wird. Auch nach hinten kann die Linse drängen und mit der Hyaloidea verkleben. Der so veränderte Linsenkörper ist grau, oder weiß, gelblich, bräunlich, röthlich, je nachdem dem Cytoblastem mehr oder weniger aufgelöster Blutfarbestoff, den ich unter solchen Verhältnissen in Verbindung mit noch unversehrten Blutkörperchen in den Augenflüssigkeiten gefunden habe, beigemischt ist.

Je nachdem ferner sich das Exsudat auf der inneren Oberfläche der Linsenkapsel in Wolken, Streifen, Balken, Punkten, Nauten, Sternen u. s. w. niederschlägt und organisirt, bekommt dann die Oberfläche des Staares ein verschiedenes Ansehen und verschiedene Namen.

Bei diesen Staaren findet man, sowohl bei Menschen als bei Thieren, außer den mannigfaltigsten Spuren der vorangegangenen Entzündung in anderen Geweben des Auges, auf der Zonula stets ein mehr oder weniger dichtes, weißes Exsudat, welches, wenn es noch frisch ist, sich leicht abstreifen läßt, und aus einer amorphen, feinkörnigen Masse, die in manchen Fällen Fetttropfen und Cholestearinkrystalle eingestreut enthält, im weiter fortgeschrittenen Zustande aber aus einer mehr oder weniger organisirten, faserigen Masse besteht; diese enthält ebenfalls oft Cholestearinkrystalle, daneben aber auch einzelne Blutgefäße und oft Körnchen von kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk. In mehreren Fällen erstreckt sich dieses Exsudat in die tellerförmige Grube und in die hintere Augenkammer, gleichsam einen neuen Sack bildend, in welchem die Linsenkapsel mit der Linse eingeschlossen ist. Die natürlichen Verbindungen der Linsenkapsel sind dann immer theilweise oder ganz von ihren Umgebungen gelöst. Die Linsenkapsel selbst ist in allen Fällen auf ihrer äußeren Oberfläche unverändert, bisweilen verklebt mit den sie umgebenden Exsudaten, bisweilen etwas runzelig, stets anscheinend verschiedenartig getrübt und in manchen Fällen anscheinend verdickt. Diese Trübung und Verdickung rührt aber her von den auf ihrer inneren Oberfläche liegenden Exsudaten, die im frischen Zustande mit ihr verklebt sind, im weiter fortgerückten aber nur mit ihr in Contiguität stehen. Stets gelang es mir bei sorgfältiger Präparation, die vollkommen unveränderte, klare, durchsichtige Linsenkapsel von diesen Exsudaten abziehen. Die Exsudate, welche bald nur einen kleinen Theil der inneren Oberfläche der Kapsel, bald die der ganzen vorderen, bald die der ganzen hinteren Kapsel, bald die der ganzen Kapsel überziehen, sind im Anfange weich und bestehen, wie die der Zonula, aus feinkörnigen amorphen Massen, die später halb oder ganz organisirt und dann meistens noch mit jener körnigen Masse, mit kohlensauren und phosphorsauren Erdsalzen, auch selbst mit Fetttropfen und Cholestearinkrystallen und Körnchenzellen imprägnirt sind. In diesem Falle bilden sie oft einen vollständigen Sack (*Cataracta cystica* oder *membranaea*), dessen Organisation und Festigkeit von außen nach innen immer geringer wird, und der von früheren Anatomen für die verdickte Linsenkapsel gehalten ist. Unter der organisirten Schicht dieses Sackes kommt dann stets zuerst jene feinkörnige Masse, dann ein weißer, meistens gelber, selbst bräunlicher Brei, der theils aus jener körnigen Masse, theils auch wohl aus Erdsalzen und zum größten Theile aus aufgelöster Linsensubstanz, mit mehr oder weniger zahlreichen Rudimenten von Linsenfasern besteht. Von der Linse selbst findet man immer nur einen größeren oder kleineren, harten, gelben, bräunlichen, mit unebenen Rändern und auf den beiden Flächen mit sternförmigen Furchen versehenen Kern, der noch normal gebildete Linsenfasern enthält. In den Zwischenräumen der Linsensegmente findet sich in manchen Fällen ebenfalls jene dunkle, körnige Masse. Die nahe unter der Oberfläche der Linsenkapsel liegenden, streifigen, sternförmigen, punktförmigen Verdunkelungen bestehen aus Conglomeraten von jenen Körnchen mit kohlensauren und phosphorsauren Erdsalzen und oft auch aus einer halborganisirten, faserigen Masse. Hängt die Linsenkapsel mit der Umgebung zusammen, so ist dies keine Verwachsung, sondern nur eine Verklebung; nie ließ sich eine organische Verbindung zwischen den neuen Exsudaten und der Linsenkapsel nachweisen, immer gelang es, dieselben mit mehr oder weniger Gewalt von der Linsenkapsel ohne Verletzung der letzteren abziehen.

In einem derartigen Falle wurde in dem Humor aqueus und dem aufgelösten Corpus vitreum die Menge der festen Bestandtheile um das Dreifache vergrößert gefunden. Diese Vermehrung betraf besonders das Natronalbuminat, wovon in 100 Theilen der Flüssigkeit 3,70 pCt. vorhanden waren, während in der Norm im Humor aqueus nur 0,32 pCt., im Corpus vitreum 0,10 pCt. vorhanden sind. Die löslichen Salze dagegen sind vermindert. Die beträchtliche Menge des Albuminats steht mit der Verkalkung der Linse dadurch im Zusammenhange, daß Eiweiß in alkalischen Flüssigkeiten die Kalksalze in Auflösung erhält, und zum Einbringen in die Gewebe geschickt macht.

Jede innere Augenentzündung, die mit plastischer Ausschüßung verbunden ist, kann die genannte Art des Staares hervorrufen; besonders thun dies aber, außer den traumatischen, die gichtischen, abdominellen und scrophulösen Entzündungen. Diese dyskrassischen Entzündungen bewirken, neben dem Austritt des Cytoblastems, noch chemische Alterationen der Augenflüssigkeiten, die, wie oben gezeigt ist, den Auflösungsprozeß der Linse befördern können.

d) Sehr reichliche und schnell entstandene Exsudate werden nur sehr selten organisirt, sie führen zur Auflösung der Gewebe und, wenn sie hinreichende Proteinstoffe enthalten, zur Eiterung. Unter ihrem Einflusse bilden sich die flüssigen Staare, *Cataractae fluidae*. Diese unterscheiden sich von den oben abgehandelten nur durch die weiter fortgeschrittene Erweichung der Linse und durch den oft damit verbundenen Eitergehalt. Auch bei ihnen beginnt das Zerfließen wie bei den weichen Staaren auf der Oberfläche der Linse, und hört mit gänzlicher Auflösung dieses Organs auf. Es wirken hier dieselben Ursachen, wie bei den weichen Staaren ein, nur in einem anhaltenderen und verstärkten Grade. Meistens liegen Entzündungen mit Exsudation von Blutplasma und Blutserum, häufig auch nur Hyperämien mit Exsudation von Blutserum, wahrscheinlich mit verminderter Alkaleszenz oder mit Acidität desselben zum Grunde. Die Krankheit bildet sich oft sehr rasch, in einigen Tagen, manchmal selbst in einigen Stunden bei rheumatischen, gichtischen, scrophulösen, an Stasis abdominalis leidenden Subjecten, nach einer Hämatornose, nach Unterdrückung von Fußschweißen u. s. w.

Wenn dieser Staar sich zu bilden anfängt, so ist die in der Kapsel sich ansammelnde Flüssigkeit noch vollkommen hell; später aber, wenn die Linsensubstanz sich in ihr aufzulösen beginnt, wird sie trübe, schmutzig weiß, graulich, gelblichgrünlich und dem äußeren Ansehen nach mehr oder weniger dem Eiter ähnlich. In dem Grade, wie die Auflösung fortschreitet, nimmt die Linse an Umfang ab, wird dunkel, käsig, gelb und besteht bald nur noch aus einem kleinen, harten, meistens gelben Kern, der in einer dunkeln, emulsionsartigen Flüssigkeit schwimmt, und zuletzt sich ganz auflöst. Die auf der äußeren Fläche ganz glatte, theilweise oder ganz von ihrer Umgebung gelöste Linsenkapsel erscheint auf ihrer inneren Fläche meistens trübe, grau, gelblich, mit Streifen und Punkten besetzt, die sich nach Eröffnung der Kapsel leicht abstreifen lassen und aus unorganischen Proteinstoffen, aus kohlensauren und phosphorsauren Erdsalzen bestehen. Nach Entfernung dieser Stoffe erscheint die Kapsel vollkommen normal und durchsichtig. Nach Eröffnung der scheinbar verdickten und getrübbten Kapsel fließt eine emulsionsähnliche Flüssigkeit aus, in welcher dunkle Körnchen, Linsenfasersegmente und in einigen Fällen Cholestearinkrystalle herumschwimmen. Die

Linse selbst ist in manchen Fällen zu einem kleinen, runden, gelben Kern reducirt, der auf seiner vorderen und hinteren Fläche durch tiefe Furchen eine sternförmige Figur zeigt. In anderen Fällen ist die Linse gänzlich verschwunden, und in der geöffnieten, oft scheinbar verdickten und getrübten Kapsel findet sich bisweilen nur eine kleine Quantität einer trüben Flüssigkeit. Erscheint die Kapsel verdickt und trübe, so rührt dies in einzelnen Fällen von einem auf ihrer inneren Fläche abgelagerten, theilweise organisirten Faserstoffersudate her, in anderen von einer amorphen körnigen, theils aus Proteinstoffen, theils aus kohlensauren und phosphorsauren Erdsalzen bestehenden Präcipitaten. Bisweilen findet man auch einen harten Kern, der meistens aus ähnlichen Stoffen, selten aus einem Reste der Linse besteht. Die vollkommen klare und dünne Kapsel läßt sich in allen diesen Fällen bei vorsichtiger Präparation von den Ersudaten abziehen. Ist der Inhalt der Kapsel größtentheils oder ganz entleert, so stellen diese Staare das dar, was man *Cataracta arida siliquata* nennt.

3. Ein der Auflösung und Erweichung ganz entgegengesetzter Zustand ist der der Atrophie mit Verhärtung. Auch dieser kommt sehr häufig in der Krystalllinse vor. Die Atrophie der Krystalllinse kommt auf doppelte Weise zu Stande:

a) In Folge von Armuth an Erweichungsflüssigkeit an den ihr wesentlichen Bestandtheilen wegen Abnahme der Gefäßthätigkeit. Ursachen der Abnahme der Gefäßthätigkeit sind z. B. ein hohes oder verfrühtes Alter, Entzündungen, welche mit Obliteration der Gefäße der Zonula und der Hyaloidea in der tellerförmigen Grube endigen, ohne eine so starke Auschwüzung von Cytoblastem zu veranlassen, daß davon Etwas in die Höhle der Linsenkapsel eindringen kann.

Die Kapsel bleibt hier durchsichtig wegen des Mangels der Ablagerungen auf ihrer inneren und äußeren Seite. Die Trübung beginnt im Centrum der Linse und erscheint, wegen der gelben oder braun-röthlichen Färbung der Linse selbst und des blau-schwarzen Hintergrundes des Auges, anfangs grünlich, später grau-gelb, hornartig. Die Ausbildung ist langsam, dauert oft mehrere Jahre. Complicationen, namentlich Verwachsungen der Iris mit der Kapsel, findet man selten, im Gegentheil wird der Zusammenhang zwischen der Kapsel und ihrer Umgebung looser; jedoch können auch durch secundäre Entzündungen Ersudate auftreten, welche Verwachsungen und Trübungen der Oberfläche der Linse bewirken.

Bei der Section findet man die Linse klein, hart, abgeplattet, oft nur locker in ihren Sektoren zusammenhängend, zerklüftet, gelb, trocken. Die mikroskopische Untersuchung, deren ich viele nach Extraktionen angestellt habe, zeigt eigentlich keine Abnormität; die Linsenfasern sind normal, nicht getrübt, nicht mit fremden Stoffen besetzt, nur deutlicher und mehr von einander getrennt, als in der gesunden Linse. Dieses Verhalten der Linsenfasern erklärt die Trübung hinreichend, indem die vollkommene Durchsichtigkeit mit dem normalen Aggregatzustande Hand in Hand geht.

b) In Folge verhinderten Eindringens der Ernährungsflüssigkeit in die Höhle der Linsenkapsel. Wird nämlich unter dem Einflusse einer Congestion oder Entzündung der Zonula und der Hyaloidea in der tellerförmigen Grube Cytoblastem ergossen, welches in die Höhle der Linsenkapsel dringt und sich schnell im Umfange der Linse zu einem festen, faserigen, in seltenen Fällen mit Blutgefäßen durchzogenen neuen Sacke organisirt, so wird dadurch die Ernährungsflüssigkeit von der Linse abgehalten. Die

Linse selbst vertrocknet dann, und erleidet Veränderungen, welche den unter a angegebenen ganz ähnlich sind.

Dem äußeren Ansehen nach gleichen diese Staare ganz den weichen Staaren, welche von Entzündungen entstehen; auch bei der anatomischen Untersuchung findet man hier dieselben Erscheinungen, wie bei jenen, nur mit dem Unterschiede, daß man hier keine weiche Masse zwischen dem harten Linsenferne und dem plastischen Exsudate antrifft. — Bei Thieren und Menschen fand ich bei der Section, außer vielen anderen Ausgängen der Entzündung, plastische Exsudate auf der Zonula und in der tellerförmigen Grube, jedoch kommen, was glückliche Extraktionen lehren, bei Menschen diese Exsudate seltener vor, als bei Thieren. Die Linsenkapsel war immer vollkommen gesund und durchsichtig, aber meistens von ihren normalen Verbindungen getrennt, dagegen einige Male durch partielle plastische Exsudate mit der Nachbarschaft verklebt. Auf der inneren Seite der Linsenkapsel fand ich immer jenen neugebildeten festen Sack mit Punkten, Streifen u. s. w., zwischen dessen Fasern einzelne Körnchen von kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk und zuweilen auch Cholestearinkrystalle lagen. Auf der inneren Seite dieses Sackes lag immer eine dünne, körnige Schicht, welche auch aus jenen Erdsalzen und Fettkrystallen bestand, und dann folgte die kleine, gelbe, bräunliche, trockene, meistens zerklüftete Linse mit einer ähnlichen körnigen Masse in den Zwischenräumen der Sektoren und vieler Linsenfaseru, wodurch letztere an manchen Stellen undeutlich wurden und wie zerfressen aussahen. — Die hier beschriebenen Staare sind unter dem Namen *Cataracta capsulo-lenticularis dura* bekannt und sollen besonders bei Arthritikern vorkommen. Entwickeln sie sich nun bei diesen auch am Häufigsten, so können sie aber doch auch durch jede mit Exsudation verbundene Entzündung der entsprechenden Theile veranlaßt werden.

In manchen Fällen findet man an der Stelle der Linse innerhalb des in solchen Fällen sehr dünnen Sackes, welcher in der stets gesunden Kapsel liegt, einen steinharten Körper, der aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk und etwas thierischer Materie mit weniger atrophischen Linsenfaseru besteht. Ueber die Causalmomente, welche Ablagerungen von Kalksalzen zum Grunde liegen, sind wir noch gänzlich im Dunkeln. Daß plastische Exsudate bei ihrem Rückbildungsprozesse nicht selten verkalken, ist aber eine bekannte Thatsache. Als Ursache dieser Verkalkung beschuldigt man gewöhnlich die Arthritis, ohne daß sich dieselbe überall mit Sicherheit nachweisen ließe. Es verhält sich mit der Verkalkung der Linse ganz ebenso, wie mit der Verknöcherung der Arterien, bei der es nicht schwer sein dürfte, eine ganze Reihe von Fällen nachzuweisen, in welchen jeder Verdacht einer arthritischen Dyskrasie fern liegt.

4. Der Form nach besondere, aber dem Wesen nach von den obigen nicht sehr verschiedene, sind die kleineren oder größeren, meistens kreisrunden, seltener sternförmigen oder herzförmigen centralen Staare. — Die kreisrunden weißen, oder grauen centralen Staare haben ihren Sitz unmittelbar unter der inneren Fläche entweder der vorderen oder der hinteren Kapsel, wo sich zuweilen noch mehrere zerstreute kleine, weiße Punkte, auch wol Streifen befinden. Sie rühren her von einer fremdartigen, faserigen, oder körnigen, oder aus Kalksalzen und Cholestearinkrystallen bestehenden Masse, die sich leicht von der gesunden Kapsel abstreifen läßt. Diese Masse wird durch schichtenweise Auflagerung bisweilen so mächtig, daß sie die Linsenkapsel kegelförmig durch die Pupille hervorodrückt, und dann heißt

der Staar „*Cataracta pyramidalis*.“ Diese Staare sind häufig angeboren, in anderen Fällen auch erst nach der Geburt entstanden. Im letzteren Falle sind sie nach meinen Erfahrungen immer die Folge einer Entzündung, besonders der *Ophthalmia neonatorum*. Sie bleiben in der Regel das ganze Leben hindurch unverändert; gesellt sich aber zu ihnen eine andere, die Staarbildung begünstigende Ursache, so complicirt sich mit ihnen eine andere Art des Staares. — Der sternförmige centrale Staar ist entweder die Folge von trüben Ablagerungen in den S. 261 gedachten naht- oder wulstähnlichen Zweigen der vorderen Kapselmembran, in welchem Falle die weiße oder graue Figur nahe hinter der Pupille liegt und die Form eines sogenannten Kapselstaares annimmt, oder es befindet sich die Trübung zwischen den Sectors der Linse, und beurfundet dann meistens den Anfang einer Erweichung in Folge einer abnormen Einwirkung des *Humor aqueus*. Die dunkle Masse sah vor der Operation grün-gelblich aus, und bestand aus einer amorphen, körnigen Substanz. Auch in solchen Fällen scheint in dem lebendigen Auge die Trübung in der Kapsel zu liegen, die den Hauptsectoren der Linse aber entsprechende Form der Trübung liefert uns einen sicheren Beweis für den Sitz in der Linse. — In einem Falle sah ich bei einem jungen Menschen eine angeborene, herzförmige, centrale, graugelbe Trübung, die in der Kapsel zu liegen schien. Die Operation bewies mir aber, daß ich es mit einem Linsenstaar zu thun hatte.

5. Einen Kapselstaar, d. h. eine Trübung der Linsenkapsel selbst, giebt es im wahren Sinne des Wortes wahrscheinlich nicht. Alle sogenannten Trübungen der Linsenkapsel sind nach meinen Erfahrungen nur scheinbar; sie rühren her von trüben Exsudaten, die in den meisten Fällen auf der inneren Seite der Kapsel liegen, und leicht mit der Pincette oder mit dem Messer von derselben abgezogen werden können. Die Exsudate sind oft sehr dick, fest und so ausgedehnt, daß sie, wie es schon oben beschrieben ist, eine zweite undurchsichtige Kapsel bilden, von der man, wenn man nur genau anatomirt, die ursprüngliche gesunde Kapsel abziehen kann. Da diese auf der Kapsel liegenden Exsudate häufig unabhängig von Linsentrübungen oder auch ohne solche vorkommen, so mag man in der Praxis die Unterscheidung von Kapsel- und Linsenstaaren immerhin beibehalten, von der Wissenschaft muß aber die Existenz einer eigentlichen Trübung der Kapsel verworfen werden. Diese meine Ansicht theilen außer *Malgaigne*, *J. Vogel*, *B. Langenbeck* in *Kiel* und *Dr. Jos. Hasner* *Edler* v. *Artha*, und ich zweifle gar nicht, daß sie sich bei den selbstständigen Ophthalmologen bald mehr Bahn brechen wird.

6. Nach dem Gesetze der analogen Bildung wird die Art der Entwicklung durch die histologischen Elemente des Theiles, in welchem die Neubildung vor sich geht, bedingt. Herrscht der Einfluß dieser Theile vor, so gleichen die neugebildeten Theile den bereits früher vorhandenen normalen, ebensowol bei der pathologischen Hypertrophie, bei der Regeneration u. s. w., als bei der normalen Ernährung. Dagegen wird die Neubildung um so heterogener, je mehr die physiologischen Eigenschaften des Muttergewebes von der Norm abweichen. So findet in den gangränösen Theilen keine normale Entwicklung der Exsudate Statt; ebenso wenig in Theilen, deren Nerven durchschnitten sind. Als Belege dieser allgemeinen Sätze mögen die nachfolgenden Erfahrungen dienen.

Das äußere, aus geschichteten Pflasterzellen bestehende Epithelium der Hornhaut regenerirt sich nach Abschilferung oder mechanischer oder

Chemischer Zerstörung gewöhnlich rasch und vollständig wieder, und bleibt vollkommen durchsichtig und klar. Woher eigentlich das Cytoblastem, welches als Matrix des Epitheliums auftritt, stammt, ist noch ganz unbekannt, weil das von den Gefäßen der Conjunctiva stammende Gefäßnetz, welches beim Fötus dicht unter dem Epithelium liegend die ganze Hornhaut überzieht, nach der Geburt bis zu $1\frac{1}{2}$ —2 Millimeter vom Rande der Hornhaut oblitterirt. Der wesentliche Einfluß der obersten Partien der Hornhautsubstanz auf die Bildung des Epithels erhellt aber daraus, daß sich dasselbe nach Substanzverlust der Hornhaut niemals vollkommen durchsichtig regenerirt. Bei Krankheiten, namentlich bei Entzündungen, stellt sich das Gefäßnetz der Hornhaut aber oft mit großer Schnelligkeit wieder her. Hier ist dann der Einfluß des Muttergewebes ein anderer, und das ist der Grund, weshalb sich dabei so häufig Verdunkelungen des Epitheliums der Hornhaut, sogenannte *Maculae semipellucidae*, *Nubeculae*, *Nephelia* u. s. w. ausbilden. Wird die normale Structur der oberflächlichen Schichten der Hornhaut wiederhergestellt, so bildet sich nach Abschaben oder nach Beseitigung des abnormen Epitheliums durch reizende Augenwasser oder Augenpulver gar nicht selten ein normales durchsichtiges wieder. — In der Norm sind die Pflasterzellen des Hornhautepitheliums regelmäßig gekernt, in den obersten Schichten platt, meistens sechseckig und haben dicke, nahe aneinanderliegende Wände; die der tieferen sind polyedrisch und wenig größer als die darin liegenden Kerne, in den tiefsten Schichten endlich kann man nur noch den Umriss des Kerns unterscheiden. Bei jenen Verdunkelungen stellen die äußersten Schichten unregelmäßig geformte, zum Theil kernlose Platten dar, die mit der Epidermis übereinkommen, die tieferen Lagen dagegen werden von rundlichen, mit Kernen versehenen Zellen gebildet. Von dem normalen Epithelialüberzuge der Cornea unterscheidet sich das in Rede stehende abnorme demnach einestheils durch die unregelmäßigere, mehr den Epidermidalzellen ähnliche Form ihrer Elemente, andernteils durch die größere Dicke ihrer Schicht. Die unter dem Namen der Warzen beschriebenen harten, weißen, knotigen Hervorragungen der Bindehaut bestehen aus partiellen Wucherungen des Epitheliums. Häufiger ist eine weit verbreitete, doch weniger intensive Epithelialwucherung, ein Zustand, der unter dem Namen *Xerophthalmus* bekannt ist. Ähnlich wird das Epithelium beim Pannus sich verhalten, der durch Injection der oberflächlichen, unter dem Epithelium liegenden, mehr oder weniger oblitterischen Gefäße und durch Auschwüzung eines Exsudats entsteht.

Reine Schnittwunden einer übrigens gesunden Hornhaut heilen meistens ohne Hinterlassung einer dunkeln Narbe, gerissene und gequetschte Wunden lassen aber in der Regel eine mehr oder weniger dunkle Narbe zurück, weil hier der normale Einfluß des Cornealgewebes auf das die Narbenmasse bildende Exsudat gestört ist. Dieser Einfluß wird noch mehr gestört bei Zerstörung des Fasergewebes der Hornhaut durch Vereiterung, Erweichung und Gangrän, weshalb hier immer dunkle Narben, *Maculae*, *Leucomata* zurückbleiben. Die Verdunkelungen der Hornhaut zeigen indessen eine sehr verschiedene anatomische Structur. In manchen Fällen scheint das zwischen die Cornealfasern ergossene Exsudat wieder vollständig resorbirt zu werden, nachdem es jene undurchsichtig gemacht hat. In solchen Fällen fand ich die äußere Epithelialschicht entweder normal, oder es waren die Zellen getrübt, und hielten die Mitte zwischen Cylinder- und Pflasterepithelium; die Kerne wurden durch Essigsäure sehr deutlich. Feine

Querschnitte der Hornhaut von der leucomatösen Stelle zeigten die Fasern der Hornhaut etwas mehr entwickelt. Durch Essigsäure kamen in der Substanz der Hornhaut sehr viele Kerne zum Vorschein. Die Tunica Descemetii erschien dabei, obgleich ich sie in einem Falle mit der Iris verklebt fand, normal. In anderen Fällen, in denen mit der Verdunkelung eine Verdickung der Substanz verbunden war, bestand die Narbenmasse aus neugebildetem Zellgewebe und Blutgefäßen, die bisweilen auch kohlensaure Erdsalze eingestreut enthält. In noch anderen Fällen besteht die Verdunkelung, wie mich Untersuchungen an leucomatösen Pferdeaugen gelehrt haben, aus einer Anhäufung einer amorphen, körnigen, größtentheils aus kohlensauren Erdsalzen bestehenden Masse, die sich in manchen Fällen in der Art zwischen Cornea und Tunica Descemetii angehäuft hatte, daß die letztere von der ersteren vollständig gelöst war und unmittelbar auf der Iris lag. Der Humor aqueus war dabei fast vollständig versiegt, die Cornea getrübt, gerunzelt, atrophisch.

Nach umfangreicheren oder totalen Zerstörungen des Cornealgewebes bilden sich häufig sogenannte Staphylome, deren pathologisch-anatomische Bildung erst durch Dr. Frerichs, dessen Untersuchungen von 17 Fällen in einem bis jetzt noch ungedruckten Aufsatze niedergelegt sind, genauer dargethan ist. a) In allen Fällen war die Iris mit der hinteren Fläche des staphylomatösen Gewebes innig verklebt. Sie ließ sich von dieser mit der Pincette nur gewaltsam abreißen, wobei sie in Stücke zerriß. Die Verklebung war fester als das Irisgewebe selbst. b) Der Dickendurchmesser des Staphyloms übertrifft bald und zwar meistens den der Hornhaut, bald sind beide gleich, bald endlich ist das Staphylom dünner. In 17 Fällen hatte das staphylomatöse Gewebe 8 Mal einen dickeren Durchmesser, als die gesunde Cornea, 4 Mal einen dünneren, 5 Mal waren beide gleich dick. Der Dickendurchmesser ist bald an allen Stellen so ziemlich derselbe, bald dagegen und zwar in der Regel ist er an den Rändern größer, in seltenen Fällen ist der Centraltheil die dickste Partie. c) Die äußere Fläche des Staphyloms war nur in einem Theile vollkommen eben und glatt wie die Cornea, in allen übrigen trug sie einzelne, jedoch nur leicht prominirende Hervorragungen, die in der Regel bläulich durchschienen. Die innere Fläche war in allen diesen Fällen grubig vertieft; die Grübchen, die mit einer mehr oder weniger intensiv schwarzen Schicht ausgekleidet waren, entsprachen den Unebenheiten der Oberfläche. Die Anzahl derselben wechselte sehr; meistens fanden sie sich zahlreich. (Alte Hernien und Vorfälle der Iris.) In der Mitte der inneren Fläche des Staphyloms erschien der Pupille entsprechend, die dunkle Färbung in der Regel weniger intensiv, meistens nur braungelb. Unter 17 Fällen lag hier 10 Mal die Linsenkapsel mit der verdunkelten Linse durch Ersudat-schichten fest mit der Iris verklebt, die hintere Augenkammer war also verschwunden; in einem Falle war keine Linse mehr vorhanden (resorbirt oder herausgetreten?); in den 6 übrigen Fällen war sie in ihrer Stellung geblieben. In diesen Fällen war die hintere Kammer weit geräumiger, als in der Norm; der gerade Durchmesser derselben betrug in einem Falle $3\frac{1}{2}$ ''' . Der Glaskörper war in 3 Fällen, in denen die Linse mit der hinteren Fläche des Staphyloms verwachsen war, über das Corpus ciliare vorgefallen und mit den Seitentheilen der hinteren Fläche des Staphyloms durch Ersudatmassen bandartig verwachsen. d) Der Querschnitt des staphylomatösen Gebildes erschien in allen Fällen weißgrau von Farbe. Blutgefäße

von mehr oder minder beträchtlichem Umfange durchliefen es in verschiedenen Richtungen. Nicht selten fanden sich in dem weißgrauen Gewebe schwarze Streifen von länglicher oder runder Form. (Zerrissene, umgekrempelte und später mit Exsudat überzogene Irisvorfälle.) e) Die histologische Untersuchung des staphylomatösen Gewebes ergab Folgendes: die Oberfläche desselben ist constant mit einer dicken Schicht Pflasterepithelium von der Beschaffenheit, die oben schon geschildert ist, überkleidet. Unter der Epithelialdecke liegt ein Gewebe, welches in allen seinen Eigenschaften mit neugebildetem Bindegewebe übereinkommt. Dasselbe besteht meistens aus Bindegewebsfibrillen von $12\frac{1}{100} - 10\frac{1}{100}$ ''' im Dm., die sich sehr wohl isoliren lassen. Auf Zusatz von Essigsäure werden sie durchsichtig, und einzelne Kernfasern treten hervor. In anderen Fällen ist die Entwicklung nicht in dem Grade vorgeschritten; die einzelnen Fasern lassen sich schwieriger isoliren und auf Zusatz von Essigsäure werden längliche Zellkerne und keine eigentlichen Kernfasern sichtbar. Hier und da trifft man auch noch Reste amorphem, feinkörnigen Cytoblastems. Von dem eigentlichen Gewebe der Hornhaut sind in dem Staphylome kaum Spuren nachweislich; nur an den Rändern lassen sich noch Ueberreste derselben, kenntlich durch ihr blasses, unbestimmtes, faseriges Aussehen, wahrnehmen. Weiter gegen die Mitte hin sieht man nur sehr selten noch einzelne Brücken desselben. An der inneren Schicht zeigte sich in fast allen Fällen noch ein Ueberrest der Membr. Descemetii, als breiter, glasheller Streifen. Von dem Gewebe der Iris waren selten die einzelnen Elemente noch sämmtlich kenntlich; meistens ließ sich außer dem Pigment der Uvea nur Bindegewebe wahrnehmen. Die organischen Muskelfasern waren in Folge der Compression von Seiten der sich organisirenden Exsudatschichten atrophisch geworden; nur in drei Fällen waren die breiten Radial- und Cirkelfasern noch wohl erhalten. Pigmentzellen der Uvea konnten in keinem Falle isolirt werden, die schwarze Schicht bestand aus unregelmäßigen Aggregationen dunkler Moleküle. f) Dieser Befund war bei Staphyloma totale und parziale, bei der sphärischen und konischen Form im Wesentlichen immer derselbe.

Die Entwicklung des Zellengewebes erfolgt nicht bloß nach Substanzverlust wie bei dem Staphylom unter der Form der Regeneration und Narbenbildung, sondern sie erscheint auch als eine der gewöhnlichsten Ursachen der pathologischen Neubildungen, besonders in solchen Theilen, welche im Normalzustande, wie die Conjunctiva, hauptsächlich aus Zellgewebe bestehen. Seine häufige pathologische Entwicklung erklärt sich hier leicht nach dem Gesetze der analogen Bildung, wenn in solchen Theilen aus irgend einem Grunde eine vermehrte Absonderung von Cytoblastem stattfindet. Die pathologische Neubildung des Bindegewebes in der Conjunctiva (Granulationen, Trachomata, Sycosis, Hypersarcomata, Condylomata, Polypi) entsteht, wenn eine länger fortdauernde vermehrte Absonderung von Cytoblastem, unter dem Einflusse einer entzündlichen Reizung, auf und zwischen dem Pupillarkörper, in den oberflächlichen Schichten der Conjunctiva und unter dem Epithelium erfolgt. Das Wachsthum dieser Granulationen dauert so lange fort, als die Absonderung des Bildungsmaterials vermehrt ist, daher erlangen sie oft eine sehr bedeutende Größe. Nach dem Aufhören dieser vermehrten Absonderung schlagen die Granulationen meistens eine mehr oder weniger rückschreitende Metamorphose ein. Der ganze Prozeß geht unter dem Einflusse einer acuten

Entzündung meistens sehr rasch, unter dem einer chronischen immer langsam.

Die Vorgänge bei der Entwicklung sind für das pathologisch entstehende Zellgewebe ganz dieselben wie für das normale; die Fasern gehen aus einer bald mehr, bald weniger deutlichen Zellenbildung hervor. Im ersteren Falle bilden sich im Cytoblastem primäre kernhaltige Zellen, die sich nach beiden Seiten verlängern und spindelförmig zuspitzen, wohl auch an ihren Enden mit einander verwachsen und dadurch zu langen varicösen Fasern werden. Aus diesen geschwänzten Zellen entstehen die Zellgewebefasern so, daß entweder eine Zelle in eine einzige Faser übergeht, oder so, daß aus jeder Zelle durch leistenförmige Verdickung, Abschnürung und Spaltung ein Bündel von Fasern entsteht. Der angegebene Vorgang scheint, wie aus meinen gleich anzuführenden mikroskopischen Untersuchungen hervorgeht, der gewöhnliche bei der Granulationsbildung der Conjunctiva zu sein, obgleich es auch hier, wie an anderen Regionen des Körpers, Fälle geben mag, bei denen der Vorgang viel weniger deutlich und mehr vom Zellentypus abweichend ist.

Zuerst bilden sich unter dem Einflusse der Entzündung auf der Oberfläche der Conjunctiva, besonders auf der der Augenlieder, kleine weißgelbliche oder weißrothliche, bläschenartige, aber härthliche Körper, meistens in großer Zahl. Diese enthalten ein noch weiches, mehr amorphes Blastem und gleichen stark entwickelten Schleimdrüsen, obgleich sie Nichts weiter sind als bläschenartige Erhebungen der Oberhaut, die mit einem halbweichen Blastem gefüllt sind. Allmählig werden diese Bläschen, wenn sich das Blastem mehr organisirt, weißroth gesprenkelt, zuletzt ganz roth. Sie sind besonders zahlreich da, wo die Conjunctiva von den Augenlidern zum Bulbus übergeht. Sie ragen über das Niveau der Conjunctiva empor und geben ihr ein rothes, sammetartiges Ansehen. Nach und nach werden sie röther, dunkler, ragen stärker hervor wie Papillen und haben Aehnlichkeit mit Granulationen auf eiternden Flächen. Im Anfange sind sie sehr empfindlich, weich, und bluten leicht, mit der Zeit, bei chronischem Verlaufe der Krankheit, werden sie unempfindlicher, fungos, blumenkohlartig, selbst fast knorpelicht. Auf der Oberfläche der Conjunctiva tritt eine trübe, mit Thränen und wenig hellen Flecken vermischte Flüssigkeit zu Tage, die, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, theils aus einer klaren Flüssigkeit, theils aus Schleim, der durch Essigsäure gerinnt, und aus vielen Eiterzellen, die mit wenigen Epitheliumzellen vermischt sind, besteht. Die Absonderung der trüben Flüssigkeit dauert nur kurze Zeit und geht rasch über in die Absonderung einer dicken, hellen, scharfen Flüssigkeit, welche die Eigenschaften des vollkommensten Eiters an sich trägt. Nach kürzerer oder längerer Dauer fangen die Granulationen, wenn die Krankheit nicht schon früher geheilt wird, oft gewaltig an zu wuchern, und unter den geschwollenen Augenlidern quillt eine große Menge eines dicken, trüben, gelben Eiters hervor, der, wenn er nicht rasch vom Auge beseitigt wird, corrodirend auf die Gewebe des Augapfels, mit denen er in Berührung bleibt, einwirkt.

Wird von der inneren Oberfläche einer granulösen Conjunctiva Etwas mit dem Messer abgeschabt, so zeigt dies in der Regel unter dem Mikroskope Eiterkörperchen, Epitheliumzellen und geschwänzte Zellen. Wird von der ihrer Epithelialoberfläche beraubten Conjunctiva eine feine Schicht mit der Scheere abgeschnitten und mikroskopisch untersucht, so zeigt diese sehr

zahlreiche, meistens mit Blut gefüllte Capillargefäße, mit einem geschlängelten, knäuelartig gewundenen Verlaufe. Wird das Blut aus ihr mit Wasser ausgewaschen, und wird die übrig bleibende Substanz durch Druck auf die bedeckende Glasplatte soviel als möglich vertheilt, so überzeugt man sich, daß sie, mit Ausnahme der Gefäßknäuel, fast ganz aus geschwänzten Zellen, mit wenig dazwischenliegenden Eiterzellen besteht. Die geschwänzten Zellen haben deutliche Kerne, mit 1—3 Kernkörperchen. Das sammetähnliche Ansehen der Granulationen auf der Conjunctiva wird dadurch hervorgebracht, daß einzelne Partien derselben, ähnlich den Darmzellen, kleine Hervorragungen bilden. In diesen Hervorragungen sind jene gewundenen Capillargefäße besonders deutlich und stark entwickelt. Die Epithelialzellen dringen in die Zwischenräume dieser Hervorragungen ein. Die tieferen Schichten der entzündeten Conjunctiva enthalten, neben den beschriebenen Elementen, den geschwänzten Zellen, den Eiterkörperchen und Blutgefäßen, auch deutliche Fasern, von der Beschaffenheit der Zellgewebefasern, welche sich, in Bündeln vereinigt, in allen Richtungen durchkreuzen. Diese Fasern treten nach der Anwendung des kohlensauren Ammoniaks deutlicher hervor. Die Schleimdrüsen, wie die Meibom'schen Drüsen, zeigten in den gelinderen Fällen eine vollkommen gesunde Beschaffenheit, bei stärkerer Ausbildung der Granulationen waren sie oft durch Druck atrophisch geworden, oder auch ganz verschwunden.

Die eben beschriebene Beschaffenheit ist, mit geringen Modificationen, bei allen Granulationen, mögen sie die Folge einer ägyptischen, oder gonorrhöischen, oder gichtischen, scrophulösen, catarrhalischen Entzündung sein, dieselbe. Stets sind die Granulationen aber von Bedeutung, theils wegen der langen Dauer, schweren Heilbarkeit und Unbequemlichkeit, die sie veranlassen, theils wegen der Folgen, die sie für das Auge herbeiführen können, theils weil das von ihnen abgesonderte eiterige Secret mit der Zeit oft einen contagiösen Charakter annimmt. Die bisherigen Impfversuche haben nachgewiesen, daß das eiterige Secret, welches sich im Anfange einer acuten granulösen Entzündung oder unter dem Einflusse einer chronischen Entzündung in allen Stadien bildet, entweder gar keine, oder nur eine sehr schwache Contagiosität zeigt, während das Secret bei den acuten granulösen Entzündungen in den späteren Stadien stets contagiös wird.

7. Das sogenannte Staphyloma Scleroticae und das Glaukoma gehören zu den Krankheiten, deren Wesen erst in neuerer Zeit durch die pathologische Anatomie aufgeklärt ist. Ersteres hielt man früher für eine Krankheit der Sclerotica, letzteres für eine Krankheit des Glaskörpers; beides sind aber Ausgänge der Choroideitis, und zwar ist beim Staphyloma Scleroticae die Sclerotica sekundär ekstatisch ausgedehnt, beim Glaukom aber der Glaskörper oft ganz normal, beide Zustände sind nicht so streng von einander geschieden, als man früher glaubte; es läßt sich daher weder von dem einen, noch von dem anderen eine stricte Definition geben.

Die Aufmerksamkeit der Aerzte ist erst in der neueren Zeit auf die Entzündung der Choroidea hingeleitet, obgleich unter allen Theilen des Auges, vom Standpunkte der Pathologie aus betrachtet, keiner, mit Ausnahme der Retina, wichtiger als die Choroidea ist; sie ist der Theil des Auges, in welchem bei Weitem die meisten Blutgefäße und Nerven vereinigt sind, und welcher in Folge dessen alle Bedingungen zu entzündlichen Zuständen in sich vereinigt. Eine jede acute und chronische Entzündung der Choroidea und der inneren serösen Schicht der Sclerotica faun, je

nach den Modificationen ihrer Ausgänge, ein Staphylom, oder ein Glaukom, oder auch beides zugleich hervorbringen. Tritt in Folge der genannten Entzündung eine Auschwüzung einer mehr copiosen serösen Flüssigkeit ein, so bildet sich ein Staphylom, dagegen ein Glaukom, wenn in Folge der Exsudation einer geringen Quantität eines plastischen Exsudates theilweise Verdickung der Gewebe, Obliteration der Gefäße, Atrophie einiger Gewebe sich ausbildet. Diese zuletzt genannten Veränderungen können aber auch vereinigt sein mit partiellen Exsudationen einer mehr serösen Flüssigkeit zwischen Choroidea und Sclerotica, oder zwischen Choroidea und Retina, und dann haben wir eine Complication zwischen Staphylom und Glaukom vor uns.

Die bläulichen Hervorragungen der Sclerotica, die sogenannten Scleroticastaphylome, sind durch Druck entstandene Ekstasien. Jedesmal zeigt sich bei ihnen die Sclerotica sehr verdünnt, die Choroidea eng ihr anliegend, atrophisch, aber, nach neueren Untersuchungen, nicht mit der Sclerotica verwachsen. Beide Häute sind sackförmig ausgestülpt und in dieser Ausstülpung ist eine seröse, eiweißhaltige Flüssigkeit enthalten. Die durch die verdünnte Sclerotica bläulich hindurchschimmernde Choroidea, deren Gefäße niemals varicos sein sollen, ist verdünnt. Oft sind die Ekstasien sogar durchscheinend und bei den Bewegungen des Auges kann das Schwanzen der Flüssigkeit in ihnen gesehen werden. Verbreitet sich die Ekstasie über die ganze Fläche der Choroidea und Sclerotica, so entsteht oft eine enorme Volumsvermehrung des ganzen Bulbus, wobei die Sclerotica höckerig und violett gefärbt erscheint. Diesen Zustand hat man als eine ganz eigenthümliche Metamorphose des Bulbus betrachtet und dieselbe mit dem Namen *Cirsophthalmus*, *Telangiectasia oculi* belegt. Eine solche Trennung wird aber durch die pathologische Anatomie nicht gerechtfertigt, indem diese Metamorphose niemals durch etwas Anderes, als durch seröses Exsudat bedingt wird. Die Iris ist in den meisten Fällen des Staphyloma Scleroticae in ihrer Structur verändert, entfärbt, mit plastischen Exsudaten bedeckt, mit Gefäßen durchzogen, auch wol durch Exsudate geschlossen. Jedoch kann die Iris, selbst bei sehr ausgebildeten Fällen, in ihrer Structur unverändert sein; die Pupille hat dann eine mittlere Weite, ist graublau und verändert ihren Durchmesser in Folge des Lichtreizes nicht. Das Sehvermögen ist fast immer ganz aufgehoben, und nur dann noch etwas vorhanden, wenn die Geschwülste klein sind und der Hornhaut sehr nahe liegen, denn die Retina leidet immer mit, ist meistens verdünnt, erweicht, bisweilen mit der Choroidea verwachsen, auch wol verdickt. Der Glaskörper ist entmischt, flüssiger, selbst hydropisch, und die Krystalllinse mehr oder weniger degenerirt. Die Gefäße der Conjunctiva sind stets mehr oder weniger varicos, besonders im Umfange der Hornhaut; bisweilen ist die Conjunctiva auch pannusartig verbildet.

Die Metamorphose des Auges, welche der Sprachgebrauch mit dem Namen Glaukom belegt hat, charakterisirt sich im Allgemeinen durch eine im Grunde des Auges, hinter der Pupille (jedoch nicht unmittelbar hinter derselben, wie bei der Cataracta) bemerkbare mattgrau- oder braungrüne oder bläusmeergrüne Färbung von mehr concaver Form und glatter Oberfläche, ohne Beweglichkeit; durch Erweiterung, Verziehung und Starrheit der Pupille mit gleichzeitiger Veränderung der Iris in Farbe und Structur; durch Varicosität der Conjunctiva; durch schmutziggelbe, oder schmutzig-bläuliche Färbung der Sclerotica; durch größere Härte des Bulbus; durch

Schmerz des Auges und seiner Umgebung; durch große Schwäche des Sehvermögens im Anfange und durch völligen Verlust desselben auf der Höhe der Ausbildung und zwar in einem Grade, der mit der Trübung hinter der Pupille in keinem bestimmten Verhältnisse steht.

Die Ergebnisse einer zahlreichen Reihe von Sectionen glaukomatöser Augen von Menschen und Thieren zeigten die Sclerotica verdickt, oder atrophisch und in den meisten Fällen verdünnt, die Choroidea selten gesund, selten verdickt, sehr häufig verdünnt, varicos, in den meisten Fällen lichter gefärbt wegen partiellen oder totalen Mangels des Pigments; ebenso häufig die Iris degenerirt, misfarbig, atrophisch; die Retina weich, varicos, seltener verdickt als geschwunden, häufig mit Ekchymosen besetzt; den Glaskörper nicht selten völlig gesund, oder doch wenigstens durchsichtig, nicht selten aber doch auch grünlich oder dunkel gefärbt; die Linse vergrößert, erweicht, entfärbt. Nur höchst selten findet man beim Glaukom die Retina allein erkrankt, dagegen fast immer ein gleichzeitiges Leiden der Retina und Choroidea, namentlich der letzteren, so daß der primäre Sitz des Glaukoms nicht mehr im Glaskörper gesucht werden kann.

8. Erst nachdem man die feinere Anatomie der Tunica retina, die Elemente ihrer verschiedenen Schichten kennen gelernt und erkannt hat, daß diese Membran ein Theil des Gehirns, welcher im Augapfel liegt, und daß der Nerv. opticus ein Strang von Gehirnsfasern ist, durch welchen das Gehirn im Auge mit dem Gehirn in der Schädelhöhle in Verbindung steht, gelangte man mit Hülfe der pathologischen Anatomie zu der Ueberzeugung, daß die Amblyopie und Amaurose fast immer auf einer histologischen Veränderung der Retina, oder des Sehnerven, oder des Gehirns, oder des Rückenmarkes, oder derjenigen Gewebe des Auges, zu denen die Nervenfasern des Gehirns verlaufen, beruhen. Nur die intermittirenden Amaurosen vermögen wir nicht auf derartige Veränderungen zurückzuführen, denn die Zustände des Nervensystems, welche eine zeitweilige Suspension der Verrichtungen der sensitiven Nerven herbeizuführen vermögen, sind uns noch durchaus unbekannt. Obgleich wir wissen, daß ein plötzlicher Mangel des Blutes in den Centraltheilen oder Ueberfüllung derselben die nervösen Functionen unterbrechen kann, so sind wir doch nicht berechtigt, alle Fälle dieser Art diesen beiden Kategorien unterzuordnen.

Unter 64 Kranken, welche an Amblyopie oder Amaurose litten, kam mir nicht ein einziger vor, bei dem ich die Störung des Sehvermögens von einer idiopathischen rein dynamischen Anästhesie des optisch-nervösen Apparates mit Sicherheit hätte ableiten können. Stets fand sich eine materielle Ursache vor, welche unmittelbar oder mittelbar durch die Gefäßnerven und durch die Muskeln, oder durch die Gefäße reizend oder paralytisch auf die Netzhaut, auf den Sehnerven, auf die entsprechenden Gehirnthteile, oder auf alle zugleich wirkte, ja ich bin sogar überzeugt, daß auch dann, wenn bei einer Amaurose alle übrigen Theile, welche nicht unmittelbar zum sensitiven optischen Apparate gehören, vollkommen gesund erscheinen, die Retina und der Nerv. opticus eine krankhafte materielle Umänderung in ihren histologischen Elementen erlitten haben. In länger amaurotisch erblindeten gewesenen Menschen- und Thieraugen waren die eigenthümlichen Gebilde der Retina nicht mehr zu unterscheiden und die Nervi optici wurden häufig atrophisch gefunden. Der schwarze Staar ist demnach

keine selbstständige Krankheit, sondern nur ein Symptom anderweitiger Störungen des Sehorgans, z. B. der Hyperaemia choroideae et retinae, der Ekchymosen im Innern des Auges und in der Orbita, des Hydrops choroideae et retinae, der Synchysis, des Staphyloma Scleroticae, des Glaukoms, der meisten Ausgänge der Choroideitis, Retinitis, Hyaloideitis u. s. w. Außerdem wird die Leitungs- und Perceptionsfähigkeit auch aufgehoben durch alle Krankheiten der Bildung und Form der Retina, z. B. durch Verdickung und Atrophie derselben, durch Ablagerung von Medullarsarkomen, Tuberkeln, Knochenconcrementen, durch Aneurysmen der Arter. centralis retinae. Ganz ähnliche pathologische Zustände sind am Nerv. opticus in der Orbita und innerhalb der Schädelhöhle gefunden. Interessant ist, daß bedeutende Neurome des Nerv. opticus die Leitungsfähigkeit nicht immer ganz aufheben. Außerdem können Balggeschwülste, Erosionen, Hydatiden in der Orbita, am Foramen opticum, Anästhesie der Retina und des Nerv. opticus bewirken. An der Grundfläche des Schädels und des Gehirns wird die Leitungsfähigkeit des Sehnerven durch Geschwülste und Extravasate aufgehoben, in seltneren Fällen auch durch Verletzungen, die durch die Augenhöhle eindringen. Die vom Centralorgan ausgehende Amaurose entsteht durch jeglichen Anlaß, der die Leitungsfähigkeit der Sehnervenfaser im Gehirn aufhebt. Der Sitz der organischen Veränderungen findet sich hier nicht bloß im großen Gehirn, sondern auch im kleinen, in beiden an verschiedenen Stellen, in den Thalamis opticeis, den Vierhügeln, oft auch in der Substanz der Hemisphären, der Thalami, bisweilen auch selbst in der Rückenmarke, z. B. bei der Tabes dorsalis mit oft gesunder Beschaffenheit des Gehirns. — Am häufigsten sind comprimirende Geschwülste, Erweichung, Bluterguß, Ansammlung seröser Flüssigkeit in den Ventrikeln bei Sectionen gefunden worden. — Die angeborene Amaurose steht fast immer mit einer Eigenthümlichkeit der Schädelbildung in Verbindung, welche die Folge einer abnormen Hirnbildung ist. Bald ist der Stirntheil sehr breit oder sehr schmal, bald der Oberkopf hoch oder tief, bald die Stirn sehr abgeflacht, bald der ganze Schädel schief. Die abnorme Hirnbildung ist außerdem die Ursache des eigenthümlich krankhaften, hier nie ganz fehlenden Bildungszustandes der edleren Theile des Auges, namentlich der Cornea (conica congenita). Dabei leiden die Kranken häufig an Krämpfen der verschiedensten Art und sind überhaupt sehr reizbar. — Da nun die Amblyopie und Amaurose, wie oben bemerkt, wahrscheinlich immer nur ein Symptom anderweitiger Krankheiten des Sehorgans und der mit ihm in Verbindung stehenden Gebilde ist, so giebt es auch eigentlich keine Symptomalogie der Amaurose, sondern nur der ihr zum Grunde liegenden Krankheiten. Die Function der Retina ist aber, wie wir gesehen haben, der Regulator verschiedener Thätigkeiten anderer Organtheile des Auges, z. B. der Bewegung der Iris, der Accommodation, der Stellung der Seharen und der Meridiane, des Augenlidschließers u. s. w., daher leiden oder cessiren diese Functionen stets beim Nachlasse der Function der Retina. Die hieraus resultirenden Erscheinungen können nun als Symptome der Amblyopie und Amaurose, d. h. der durch materielle Veränderungen der Gewebe bedingten Schwachsichtigkeit oder Blindheit betrachtet werden. Aus dieser Betrachtung leuchtet es auch ein, daß es gegen die Amblyopie und Amaurose als solche kein specifisches Mittel giebt. Eine rationelle Kurmethode kann nur gegen die Ursachen, d. h. gegen die die Blindheit bedingenden Gewebsveränderungen gerichtet sein. Aber auch

die beste Behandlung wird gegen veraltete und eingewurzelte Fälle nur selten etwas Bedeutendes vermögen.

9. Die pathologisch-anatomische Untersuchung hat außerdem zur Entdeckung einer Reihe selbstständiger Organismen, Parasiten im Auge und dessen Nachbarschaft geführt, die als Ursache mancher krankhafter Phänomene auftreten.

Von parasitischen Insecten kommen in den Augenbrauen, den Augenhedern, den Augenwimpern, der Conjunctiva vor *Pulex penetrans*, *Phthirius inguinalis*, *Pediculus capitis*, *vestimenti* und *tabescentium*. Sie unterhalten durch ihren Reiz fortdauernde, schmerzhaft, juckende Entzündungen, die mit Blepharitis verwechselt werden können. Der Irrthum wird durch die Untersuchung mit der Loupe berichtigt.

Der Guineawurm (*Filaria medinensis*) kommt unter der Conjunctiva in Form eines schwärzlichen, fadenähnlichen, sich bewegenden Streifens vor. Er erregt ein Gefühl von Ameisenkriechen, Schmerzen und manchmal Krämpfe ohne Entzündung.

Die *Filaria oculi humani*, vielleicht eine eigene Species, ist in cataractösen Linsen gefunden. Ohne Berücksichtigung der einzelnen Organe des Auges kann derselbe leicht mit einzelnen spiralig gewundenen Linsenfasersegmenten, die ich nicht selten in erweichten cataractösen Linsen gefunden habe, verwechselt werden. Ebenso kommen *Distoma oculi humani* und *Monostoma lentis* vor.

In den Augen der Fische sind kleine geschlechtslose Trematoden gefunden, die gewiß aber nur von eingewanderten und am Ende verirrten Cercarien herrühren. Einige dieser Trematoden sind zu der besonderen Gattung *Diplostomum* erhoben, während sie nach v. Siebold nichts anderes als Jugendzustände von verschiedenen Holostomen sind.

Der Finnenwurm (*Cysticercus cellulosae*) ist unter der Conjunctiva in Form einer erbsengroßen, schmerzlosen Geschwulst und in der vorderen Augenkammer gefunden.

Der Hüllsenwurm (*Echinococcus hominis*) ist zwischen Choroidea und Retina, wo er die Erscheinungen des *Hydrops choroideae* hervorbringt, und in der Thränendrüse vorgekommen, wo er sehr bedeutende Beschwerden und Zerstörungen veranlaßt.

10. Am Auge wie am Totalorganismus bilden sich die mannigfaltigsten gutartigen und bösartigen Geschwülste, welche von einander zu unterscheiden zu den schwierigsten Aufgaben selbst eines geübten Diagnostikers gehört. Diese Aufgabe kann nur vollständig mit Hülfe der pathologischen Anatomie gelöst werden, denn die gutartigen und bösartigen Geschwülste unterscheiden sich nicht bloß durch die Art ihrer Entstehung, durch ihren Verlauf und durch den Einfluß, welchen sie auf den Gesamtorganismus ausüben, sondern auch ganz besonders durch ihren anatomischen Bau.

Während die im Ectoblastem auftretenden Zellen in gutartigen Bildungen ihren Entwicklungsgang nach bestimmten Gesetzen weiter fortsetzen, und bald Uebergangsformen zu Fasern, sowie junge Fasern selbst zum Vorschein kommen, verhält sich die Sache in bösartigen Geweben ganz anders. Zum Theil verharren sie lange, zuweilen auch gänzlich, auf der Stufe des amorphen Blastems, oder sie bringen es höchstens zur Entwicklung von Keimen und unregelmäßigen primären Zellen, die mit Entwicklungszellen normaler Gewebe gar nichts gemein haben und nach kürzerer oder längerer Zeit ihres Bestehens constant wieder zerfallen (Tuberkeln).

In den carcinomatösen Neubildungen schreitet die Umwandlung des Blastesems in der Regel wenigstens zur Bildung von Zellen vor, welche zwar, so lange sie ihre primäre Gestalt behalten, von Entwicklungszellen sich nicht unterscheiden, deren weitere Umbildung indeß von allen anderen Formationen wesentlich abweicht. Statt nämlich zu Fasern sich umzugestalten, nehmen sie bald eine unregelmäßig verästete Form an, bald wachsen sie zu ungewöhnlicher Größe und erhalten eine dicke Wand, während in ihrem Innern Molecularkörnchen sichtbar werden. In anderen Fällen füllen sich die Zellen mit Zellkernen und Zellen neuer Bildung, die sie nicht selten in großer Zahl beherbergen. Das Endstadium aller dieser Umwandlungen ist das Zerfallen zu feinkörnigen Molecülen.

Die eben bezeichneten Entwicklungsformen der Pseudoplasmen, die, ohne daß ein durchgreifendes Entwicklungsprincip, dem alle folgten, zu erkennen wäre, neben einander bestehen, sind den normalen Geweben durchaus fremdartig. Es ist nicht zu läugnen, daß in den Carcinomen außer diesen Formelementen noch andere Theile vorkommen, die mit gutartigen Gebilden vollkommen übereinstimmen. Dahin gehören Fasern, Gefäße und Pigmentzellen. — Die Fasern, die in manchen Krebsformen sogar den vorwiegenden Bestandtheil ausmachen, wie im Skirrhus, kommen sogar in jeder Beziehung mit den Fasern gutartiger Fibroide vollkommen überein, allein die Carcinome treten dadurch in ihrem Bau den gutartigen Geschwülsten durchaus nicht näher, weil diese Fasern nur die Bedeutung einer Complication haben und als fremdartige Elemente an den Schicksalen des Krebses nur passiven Antheil nehmen. Die Erweichung, sowie alle übrigen dem Carcinom eigenthümlichen Erscheinungen gehen nur von den Zellen aus, während, wie man so oft beobachten kann, die Fasern als leere Maschen noch lange Zeit fortbestehen, um erst später, wenn durch das Zerfallen der Zellen ihre Verbindungen gelöst sind, in der ägenden Jauche unterzugehen. Die Bösartigkeit der Carcinome hängt also allein von den Zellen ab. Der Reichthum der Zellen bildet einen Maßstab ihrer Malignität. Die Carcinome treten in allen ihren Erscheinungen den Fasergeschwülsten um so näher, je mehr die Fasern im Vergleich mit den Zellen vorwiegen. Ein Skirrhus, der arm an letzteren ist, kann Jahre lang bestehen, ohne zu erweichen, während der fast nur aus Zellen bestehende Markschwamm viel rapider verläuft und seine Opfer rasch und unaufhaltsam ihrem Ende zuführt. — Aehnlich, wie das Verhältniß der Faser zum Krebs ist das der Pigmentzellen und der oft in wuchernder Fülle entwickelten Gefäße. Sie stellen keine besonderen Formen von Carcinom dar, sondern sind Complicationen, die zu jedem Krebs hinzutreten können.

B. Angeborene pathologische Bildungen. Mißbildungen.

Eine Mißbildung ist diejenige Formabweichung eines Organismus oder Organes, welche mit der ersten Entstehung und Entwicklungsweise desselben so genau verwebt ist, daß sie sich nur in der frühesten Periode des Embryolebens, oder wenigstens vor Ablauf seiner vollendeten Entwicklung ereignen kann.

Außerdem giebt es noch eine andere Reihe angeborener anomaler Veränderungen, welche sich in nichts von den nach der Geburt erworbenen Veränderungen unterscheiden, wie z. B. manche Geschwülste gelegentlich

in eben der Weise, wie beim gebornen Menschen, entstehen. Diese gehören nicht zu den eigentlichen Mißbildungen.

Während man in früheren Zeiten sich mannigfach auf das Anstaunen der abnormen Gestalten, welche die Mißbildungen darboten, beschränkte und darin einen unmittelbaren Eingriff der schöpfenden Kraft erblicken zu müssen glaubte, erkannte man mit dem Zunehmen wissenschaftlicher Bestrebungen, ungeachtet der noch immer geringen Kenntnisse über Morphogenese, mehr und mehr, daß die Mannigfaltigkeit der Formen in den Mißbildungen dennoch gewissen Gesetzen gehorcht, die man um so besser zu würdigen verstand, je genauer man die Entwicklungsgeschichte überhaupt in ihren Erscheinungen studirte. Je mehr man mit der früheren Entwicklung der Embryonen vertraut wurde, desto mehr lernte man einsehen, daß die meisten angeborenen Mißbildungen sich auf frühere normale Bildungsstufen, nach deren Erreichung die bildende Kraft im Embryo aufhörte, ohne zur weiteren Entwicklung zu treiben, zurückführen lassen (Hemmungsbildungen); während andere sich vielleicht aus dem Zusammentreffen und der Verschmelzung zweier Keime, oder aus der hypothetischen Theilung eines Keimes in zwei, oder aus secundären Umbildungen der Form und Lage einzelner Theile erklären lassen.

Daß das Zurückbleiben auf früherer Stufe der Bildung außerordentlich viele Formen der Mißbildung erklärt, unterliegt keinem Zweifel. Indes hat man darauf aufmerksam gemacht, daß wir vielleicht keine einzige Hemmungsbildung kennen, welche ganz genau auf dem Punkte stehen bleibt, den sie im Anfange behauptete, sondern daß der in seiner Bildung gehemmte Theil dennoch fast immer in gewisser Richtung sich fortbildet und so einen abnormen Zustand erreicht, der in etwas von der embryonalen Bildung abweicht. Diese eigenthümliche, gleichsam in schiefer Richtung abweichende Entwicklung der Hemmungsbildungen hat man dann als besondere Art derselben abtrennen wollen, wenn sie einen gewissen Grad erreichte, aber dabei übersehen, daß alle möglichen Uebergänge sich finden.

1. Die Uranlage des Auges ist ursprünglich ein Theil des Gehirnes selbst und die äußeren Theile, welche das Auge zusammensetzen helfen, treten erst später zu dieser Uranlage hinzu. Obgleich nun beide Augen in Beziehung auf ihre Function, namentlich in Beziehung auf die Identität der Reghautstellen als die Auseinanderlegung eines einzigen Auges zu betrachten sind, so hat sich doch die Annahme, daß beide Augen sich in der That aus einem Urrudimente entwickelten, welches durch die dazwischen tretenden Theile der Nase und des Gesichtes in zwei getrennt werde, nicht bestätigt. Neuere Untersuchungen haben vielmehr entschieden bewiesen, daß beide Augen von Anfang an getrennt aus der vordersten primitiven Hirnzelle hervorbrechen. Aus jener unrichtigen Annahme glaubte man die Mißgeburten erklären zu können, welche unter dem Namen Monophthalmie und Cyclopie bekannt sind, wo statt zwei, nur ein einziges Auge vorkommt. Da aber eine Analogie dieser Mißbildungen in der normalen Entwicklung der Augen nicht aufzufinden ist, so kann man diese Mißbildungen weniger für eine Hemmungsbildung, als für eine ursprüngliche pathologische Bildung halten.

Die Begriffe »Monophthalmie« und »Cyclopie« sind anatomisch und physiologisch scharf geschieden. Monophthalmie ist derjenige angeborene abnorme Zustand, wo nur ein Auge vorhanden ist, welches seine Stelle und Lage behalten hat, und nicht mit doppelter Entwicklung seiner einzelnen

Theile vorhanden ist. Cyclopie ist hingegen jener fehlerhafte Zustand, wo allerdings objectiv auch Einäugigkeit vorhanden ist, das scheinbar einfache Auge jedoch aus Verschmelzung beider in eines besteht.

Bei der Cyclopie sind die Augen in der Mittellinie des Angesichts einander sehr nahe gerückt oder in eins verschmolzen. Einzelne Theile des Gehirns, besonders der vorderen Gehirnlappen, welche bei fortschreitender normaler Entwicklung sich immer zwischen den Urrudimenten der Augen wölben und diese nach außen hin drängen, ferner die Augenhöhlen, die Nasenhöhlen und einzelne Knochen der oberen Gesichtshälfte und des Gehörorgans fehlen ganz oder sind abnorm gebildet. Dabei ist oft ein Rüssel über dem Auge vorhanden. Der Mund ist groß und unregelmäßig, oder fehlt ganz. Dagegen pflegen die Gehülfsnerven des Auges und diejenigen Theile desselben, welche, wie wir später sehen werden, in ihrer Entwicklung nicht unmittelbar von der Bildung des Gehirns abhängen, wie die Conjunctiva, die Cornea, die Sclerotica, die Thränenorgane, die Augenmuskeln, einfach oder doppelt vorhanden zu sein. Ebenso ist Mangel des Nerven nicht nothwendig mit Cyclopie verbunden und der Sehnerv kann dabei einfach oder doppelt sein und im letzteren Falle getrennt, ohne ein Chiasma zu bilden, in die mit einander verschmolzenen Augen verlaufen.

Der Cyclopie nahe verwandt ist die angeborne Anophthalmie, und diese wiederum der angeborenen Microphthalmie. Die Anophthalmie erscheint entweder als Monophthalmie, angeborener Mangel des einen Auges, oder als complete Anophthalmie, Mangel beider Augen.

Betrachtet man die äußere Erscheinung der Anophthalmie überhaupt, so findet man mehr oder weniger rudimentär entwickelte Augenlider, welche leicht vereinigt, oder ganz geschlossen, oder ein wenig geöffnet sind. Im ersteren Falle ist von einem Bulbus oder dessen Substrate nichts zu entdecken. Im letzteren Falle sieht man entweder ein aus zelligem oder fettigem Gewebe bestehendes Rudiment, oder einen seiner natürlichen Form schon mehr entsprechenden, aber mangelhaft gebildeten Bulbus. Bedeutendes Gewicht legt man aber bei der physiologischen Betrachtung der Anophthalmie auf den Umstand, daß in den meisten, anatomisch genauer untersuchten Fällen sich der Sehnerv vorfand, während die ersten 6—8 Nervenpaare fehlten, oder zum Theil sehr mangelhaft waren. Dies scheint dafür zu sprechen, daß die Anophthalmie nur in sehr wenigen Fällen zu den reinen Hemmungsbildungen, als vielmehr zu den gemischten, ursprünglich pathologischen Bildungen zu rechnen ist, denn außerdem würde auch in den erwähnten Theilen sich eine Hemmung der Entwicklung mehr auf finden lassen. Zu jenen wenigen Fällen, wo man das Wesen einer Hemmungsbildung annehmen dürfte, gehören diejenigen, wo keine Spur nicht nur eines Bulbus, sondern selbst einer Orbita und der übrigen äußeren, zum Auge gehörigen Theile, und endlich auch keine Spur eines vollständig entwickelten Sehnerven vorhanden ist. Im allgemeinen bezeichnet man daher das physiologische Wesen der Anophthalmie als ein gemischtes, bei welchem, je nach der Individualität des einzelnen Falles, Hemmungsbildung und ursprünglich pathologische Richtung des ganzen Bildungsvorganges zusammentrifft.

Beim Microphthalmus sind der Facialtheil des Schädels auffallend klein, die Orbitae wenig entwickelt, die Augenmuskeln mangelhaft beschaffen. Zugleich finden sich Blepharoptosis, oft auch eine nicht voll-

kommene Sonderung der Cornea und Sclerotica, partielle Trübung der Hornhaut, Schwachsichtigkeit und selbst Blindheit.

Das physiologische Verhältniß der genannten Bildungsfehler, namentlich der Anophthalmie erinnert aber sehr an die angeborene Anencephalie und Hydrocephalie. Auch scheint besonders die letztere mit jenen in einem ursächlichen Verhältnisse zu stehen, was dadurch um so einleuchtender wird, daß die seitliche Blase am Gehirn, welche das Urrudiment des Auges darstellt, mit Flüssigkeit gefüllt ist, die mit derjenigen in der Hirnhöhle durch den hohlen Stiel, den Sehnerven communicirt. Eine frühzeitig sich ausbildende Hydrancephalie muß also so gut die Entwicklung des Auges als die des Gehirns hemmen.

2. Die hohle Blase, welche das ursprüngliche Augenrudiment bildet, entspricht, wie die neueren Forschungen ausgezeichneter Männer, deren Schriften unten genannt sind, gelehrt haben, keineswegs dem ganzen Auge, sondern einzig nur der Nervensubstanz desselben, nämlich der Netzhaut und dem Sehnerven. Die Augenblasen sind in Folge ihres Hervordrängens nach außen an der Peripherie nur von einer dünnen Schicht embryonaler Substanz überzogen, während an dem Grunde einer jeden Blase, zwischen ihr und dem Gehirne, in der Umgegend des hohlen Sehnervens, eine größere Masse von Bildungsmaterial angehäuft ist. Man kann also füglich behaupten, daß bald nach dem ersten Auftreten der Augenblasen dieselben hart an der äußeren Haut anliegen, welche darüber continuirlich weggeht, und daß zu dieser Zeit keine anderen Augentheile existiren, als die blasenförmige Netzhaut, die unmittelbar an der äußeren Haut anliegt.

Das nächste Organ, welches sich nun bildet, ist die Linse mit ihrer Kapsel. In der Mitte der zarten Zellhaut nämlich, welche die Augenblase als Fortsetzung der äußeren Haut überzieht, gewahrt man schon sehr früh eine tellerförmige Grube, deren Grund sich stets mehr und mehr nach innen hin vertieft. Bald stellt diese Grube einen Beutel dar, in welchen von außen her eine Oeffnung führt, die, anfangs weit, sich stets mehr und mehr verengert und endlich sich ganz verschließt, so daß dann der ursprüngliche Beutel in Gestalt eines kugelförmigen Sackes, der rundum abgeschlossen ist, an der Innenfläche der äußeren Haut zurückbleibt. Dieses Säckchen, das in seinem ganzen Umfange aus ebenso abgeplatteten polyedrigen Zellen besteht, wie die äußere Haut selbst, ist nichts anderes als die Kapsel der Linse. Diese Kapsel füllt sich im Innern mit Zellen, aus welchen dann später die eigenthümlichen Linsenfasern sich entwickeln. Die Linsenkapsel ist demnach nichts anderes, als eine sackförmige Einstülpung der äußeren Haut, welche dem von dem Nervensysteme ausgehenden Augenrudimente entgegenkommt. In Folge dieser eigenthümlichen Entstehungsweise des Linsensystems zeigt sich die Linse mit ihrer Kapsel auch stets bei jungen Embryonen hart an der Innenfläche der äußeren Haut anliegend. Erst in späterer Zeit trennt sie sich von dieser Verbindung mit der äußeren Haut und drängt mehr gegen den Grund des Auges hin, bis sie diejenige Stelle im Augapfel erreicht, welche sie in dem Erwachsenen einnimmt.

Diese in übereinstimmender Weise durch mehrere Beobachter zwar erst bei dem Hühnchen, den Fischen und den Sepien nachgewiesene Entwicklungsweise des Auges giebt den Schlüssel zur Erklärung der Entstehungsweise mehrerer, als Hemmungsbildungen zu deutender, abnormer Bildungen am menschlichen Auge, die dann zugleich als indirecte Beweise für eine ähnliche Urbildung des menschlichen Auges dienen. Hierher gehören:

a) Die seltenen Fälle, bei denen man in Folge angeborner Bildungsfehler eine birnförmige Linsenkapsel mit einer atrophischen, trüben Linse in der vorderen Augenkammer vor der mit einer unvollkommenen Pupille versehenen Iris, und mit ihrem birnförmigen Fortsatze mit der hinteren Fläche der Cornea in Berührung fand. Der ursprüngliche Fortsatz der äußeren Haut, der durch Einsülpung die Linsenkapsel bildet, hatte sich hier also nicht von der Cornea gelöst, während die Aderhaut mit der Iris, die nichts mit der Bildung des Linsensystems zu thun hat, in ihrer Entwicklung ungehindert fortgeschritten war. Diese ungehinderte Entwicklung der Aderhaut und Iris bei dem genannten Bildungsfehler der Linsenkapsel beweist also ebenso, wie die Ausbildung der Linsenkapsel und der Linse bei der Cyclopie, daß die Entwicklung der einzelnen Theile des Auges sich ebenso beim Menschen wie bei den gedachten Thieren verhält. b) Die angeborne *Cataracta pyramidalis*. Bei dieser Art des Staares ragt die scheinbar getrühte Kapsel kegelförmig durch die Pupille in die vordere Augenkammer. In der Hervorragung liegt ein granulöser weißer oder gelber runder Körper, der manchmal frei bleibt und in anderen Fällen mit der Kapsel oder Linse zusammenhängt. Neben diesem sogenannten Tuberkel können auch noch andere Trübungen des Linsenkörpers vorkommen. Diese angeborne Form des Staares wird von einer mangelhaften Schließung oder zu geringen Resistenzkraft des sich von der Cornea ablösenden Fortsatzes der Linsenkapsel abgeleitet, indem derselbe dann einer sich dort ablagernden, fremdartigen Masse einen zu geringen Widerstand entgegensetzte und deshalb hervorgetrieben wurde. c) Jene, auf Seite 261 und 62 schon erwähnte, in den meisten gesunden Augen vorkommende Lichtstreifenfigur, die ohne Zweifel mit der nabelförmigen Vernarbung jenes von der hinteren Fläche der Cornea sich ablösenden Fortsatzes der Linsenkapsel im Fötalzustande zusammenhängt.

Außer den genannten Krankheiten des Linsensystems kommt noch eine andere Reihe angeborner Staare vor, die, obgleich man auch sie früher zu den Hemmungsbildungen rechnete, indem man fälschlich glaubte, daß die Linse ursprünglich ein dunkles Gebilde sei, welches sich erst bei der weiteren Entwicklung aufhelle, zu den ursprünglichen pathologischen Bildungen gehören und ganz ähnliche pathologisch-anatomische Veränderungen, wie die bei den erworbenen Bildungsfehlern geschilderten Cataracten zeigen. Die Krystalllinse mit ihrer Kapsel ist, wie wir gesehen haben, eines der Primärvorgane des Auges. Auch beim Menschen findet man sie unter den ersten Andeutungen des Bulbus, wo sie im Verhältniß sehr groß erscheint. Nie ist sie trübe, wenn die Embryonen nicht bereits durch Zersezung gelitten haben. Die Linsenkapsel ist von der Zeit an, wo sich Choroidea und Iris gebildet haben, von einem gefäßreichen Sack, den man Kapsel-Pupillarsack genannt hat, und der sich allmählig gegen die Geburt hin zurückbildet und vollständig verliert, umgeben. Der vordere Theil dieses Sackes ist die Pupillarmembran, welche, sobald die Iris gebildet ist, ihre mittlere Oeffnung, die Pupille als eine durchsichtige, aber gefäßreiche Haut, die auch gegen die Geburt hin allmählig durch Aufsaugung verschwindet, verschließt. Da der Kapsel-Pupillarsack die Linse gänzlich umhüllt und nach vornhin zu der Pupille gehend am Rande derselben sich befestigt, so scheint er nichts weiter als eine Fortsetzung der Pupillarmembran zu sein, dessen Bildung mit dem Zurückweichen der Linse in einer noch nicht näher ermittelten Beziehung steht. Dieser Sack kann sich demnach nicht bilden,

wenn, wie in dem unter a angegebenen Falle, das Zurückweichen der Linse durch irgend einen Umstand gehemmt wird. Die zahlreichen venösen und arteriellen Gefäße dieses Sackes, die mit den Ästen der Arteria und Vena centralis retinae anastomosiren und auch gegen die Geburt hin obliteriren, liefern das Material zur Ernährung und zum ferneren Wachsthum des Linsensystems. Werden diese Gefäße in den Zustand der Congestion oder selbst der Entzündung versetzt, was ihrer großen Zartheit wegen leicht möglich ist, und namentlich häufig bei dyskrasischen Kindern, wie die meisten sind, die mit Fehlern des Linsensystems geboren werden, vorkommt, so können dadurch leicht Ablagerungen und Trübungen der Linse veranlaßt werden. Staarbildung kann aber auch durch den entgegengesetzten Fall, durch zu frühzeitige Obliteration der Gefäße verursacht werden, doch soll in diesem Falle nur eine Cataracta capsularis posterior centralis und schichtenweise Trübung der Linsensubstanz eintreten.

Die Linsenfasern bilden sich bekanntlich aus einem bereits geformten Bildungsmaterial, aus unzusammenhängenden, runden, getrennten, sehr durchsichtigen Zellen von verschiedener Größe. Die neuen Linsenfasern bedingen durch Auflagerung auf die alten das Wachsthum der Linse. Die Zellen sind aber nicht ausschließlich auf die oberflächliche Schicht beschränkt, sondern sie dringen auch noch beim Erwachsenen in die Zwischenräume der Hauptsegmente der Linse. Wenn man deshalb eine frische Linse mit der Kapsel bei zwanzigmaliger Vergrößerung betrachtet, so sieht man, da diese zelligen Stellen immer gerade auf die Mitte der vorderen und hinteren Fläche fallen, sehr schön einen verzweigten Stern. Da nun die Linse durch Auflagerung neuer Schichten wächst, so versteht es sich von selbst, daß man bei neugeborenen Kindern die Sterne einfacher findet, als bei Erwachsenen. Bei den ersteren findet man auf der vorderen Fläche häufig nur die ursprünglichen drei Äste, auf der hinteren Fläche ist die Figur meist schon complicirter und unregelmäßiger. In diese zelligen Stellen dringt bei pathologischen Vorgängen zuerst die fremdartige, dunkle Masse, weshalb die angeborenen Staare gar nicht selten auf ihrer vorderen Oberfläche eine dreitheilige Figur oder selbst die Gestalt eines mit seiner Spitze nach unten gerichteten Herzens zeigen.

3. Ganz unabhängig von der Linse und dem Glaskörper entwickelt sich die Aderhaut und ihre Fortsetzung, die Iris. Die Bildung der Aderhaut geschieht nun in der Weise, daß an dem Punkte, wo der Sehnerv zur Netzhautblase anschwillt, sich in dem dort angehäuften Bildungsmaterial eine durchsichtige Schicht zu differenziren beginnt, welche in ihrem Wachsthum allmählig nach vorn und oben fortschreitet und die Netzhautblase überzieht. In dieser frühen Periode ist noch gar kein Pigment vorhanden, obgleich auch dieses bei normaler Entwicklung sich frühzeitig ablagert und die Aderhaut dunkel färbt. Wird aber die Bildung des Pigments durch irgend eine Ursache verhindert, so tritt jene Hemmungsbildung auf, die man Albinismus, oder Leucosis nennt. — Bei der vollkommenen Leucosis begegnet man im Allgemeinen einer weißen, blassen, zarten Haut; die Stellen aber, an welchen die Schleimhaut sich mit der äußeren Haut verbindet, wie z. B. die Lippen, erscheinen zart hellroth, oder auch blaß gefärbt. Die Haare am Kopfe und an anderen behaarten Theilen sind constant von heller Farbe und von zarter, feiner Structur. Die Augenlider sehen etwas geschwollen aus, die oberen hängen etwas herab; dabei sind die Augenbrauen meistens etwas gerunzelt und die Augenlidspalte ist zusammen-

gezogen. Die Conjunctiva ist meistens blaß, aber nach der Caruncula zu mit feinen hochrothen Gefäßen injicirt; die Sclerotica ist dünn, fast wie durchscheinend. Die Iris erscheint in verschiedener Nüancirung blasfrosenroth und zwar so, daß vom Pupillarrande nach dem Ciliarrande hin weißliche Streifen gehen. Betrachtet man das Auge bei erweiterter Pupille, so sieht man in der Tiefe desselben die Gefäßhaut roth schimmern, und in der Gegend der Papilla nervi optici einen weißlichen Fleck; betrachtet man aber das Auge bei verengerter Pupille, so scheint die Iris eine blasfrosenrothe Färbung zu haben. Bei der Section fand man die Sclerotica zweimal dünner als gewöhnlich, die Iris weiß, ohne alle Spur einer Uvea, die Choroida sehr fein und hellroth, die Netzhaut normal; die Macula lutea etwas höher von Farbe. Die Untersuchungen an rothen Kaninchenaugen und an Menschen haben gezeigt, daß die Pigmentzellen hier nicht fehlen, sondern nur leer von Pigmentkörnern sind. — Der geschilderte Thatsbestand spricht also weniger für eine örtliche Hemmungsbildung des Auges, als für eine allgemeine Hemmung in der Bildung des Pigments, die ohne Zweifel in einer besonderen Anomalie der Mischungsverhältnisse ihren Grund hat.

Da beim neugeborenen Kinde das Pigment in der Auskleidung der Uvea schon vollständig vorhanden ist, das Stroma der Iris aber noch kein Pigment hat, so werden die Kinder mit blauen Augen geboren; entwickelt sich auch später kein Pigment im Stroma der Iris, so bleiben die Augen blau und werden nur heller in dem Maße, als die Gewebe der Iris an Zartheit und Durchsichtigkeit verlieren. Entwickelt sich nur wenig und zerstreutes Pigment, so werden die Augen hellgranbraun, bei stärkerer Pigmententwicklung werden sie nußbraun und endlich tief dunkelbraun. Häufig findet man Augen, bei denen das Pigment namentlich um den Pupillarrand abgelagert ist, während die übrige Iris wenig davon enthält, ja selbst förmlich gefleckte Augen sind nicht selten.

Aus der Entwicklungsgeichte der Aderhaut wird uns außerdem die Entstehung einiger anderer angeborener pathologischer Bildungen, namentlich der mit seiner Spitze nach unten oder nach unten und innen gerichteten Irispalte (Coloboma iridis) erklärlich. Die Aderhaut wächst von der Stelle, wo sie sich zu bilden beginnt, nämlich von hinten und oben her allmählig über die Netzhautblase weg, und strebt dann diese auch nach unten hin zu umfassen. Die Vereinigung der um die Augenblase herumwachsenden Aderhaut geschieht in einer Linie, die vom Eintritte des Nervus opticus am unteren und inneren Theile der Augenblase nach vorn verläuft. Die Narbe dieser Vereinigung bleibt noch längere Zeit dadurch sichtbar, daß sich kein Pigment in derselben ablagert, und so sich dieselbe auf der dunkeln Aderhaut als weißer Streifen abzeichnet. Die Aderhaut erscheint anfangs in Gestalt eines stark gekrümmten Halbmondes, welcher die obere Hälfte der Augenblase umfaßt. Die beiden äußersten Spitzen dieses Halbmondes krümmen sich mehr und mehr nach unten und umfassen bald die Augenblase ganz, indem sie sich unten und innen anfangs nur in einem Punkte berühren und in der Mitte ein birnförmiges Loch zwischen sich lassen, das ursprüngliche Sechloch, das, bei normaler Entwicklung, nach und nach durch Vergrößerung der Berührungsstelle aus der birnförmigen Gestalt in eine vollkommen runde übergeht. Die Regenbogenhaut, als feiner Vorhang, entsteht also offenbar auf die Weise, daß der vordere Rand der Choroida, nachdem die Spalte geschlossen ist, weiter nach innen vorwächst und auf diese Weise ringartig die Pupille verengert. Wird nun

durch irgend einen Umstand das Wachsthum an den Endspitzen der halbmondförmig um die Augenblase herumwachsenden Choroidea beeinträchtigt, so behält das Sehloch seine birnförmige Gestalt auch noch nach der Geburt, oder es bekommt eine schmale Spalte, weil an dieser Stelle das Wachsthum der Iris gehindert ist. Es ist dann der Bildungsfehler vorhanden, den man Coloboma iridis nennt und der oft mit Cataracta, mit Pigmentmangel, mit Microphthalmus, mit oblonger Gestalt der Cornea u. s. w. complicirt ist. Er beschränkt sich entweder bloß auf die Iris, die Ciliarfortsätze und die Corona ciliaris, oder er erstreckt sich auch auf die Retina, Choroidea und Sclerotica. Vom bloßen Iriscolobom hat die anatomische Untersuchung Folgendes gezeigt: eigenthümliche Form der Uvea, ganz entsprechend der Form des vorhandenen Irispaltes auf seiner vorderen Ansicht; längliche oder ovale Form der Ciliarfortsätze, die bisweilen nach unten hin eine Längennarbe zeigen; längliche oder ovale Form der Corona ciliaris, mit und ohne Längennarbe nach unten. Die Linsenkapselfammit Linse ruht dicht an der Uvea, nach unten aber bemerkt man an der Uvealspalte einen freien, nicht durch die Linse bedeckten Raum, der zwischen der vorderen und hinteren Augenkammer eine Communication zuläßt.

Das Iriscolobom, welches oben, oder nach innen, oder gar nach außen Statt findet, hat ohne Zweifel darin seinen Grund, daß bisweilen pathologisch im Fötusauge, außer dem gewöhnlichen Spalt der Choroidea nach unten, ein zweiter Spalt dieser Membran zur Seite, selbst nach oben gerichtet gefunden wird. Schließt dieser sich nicht vor der Bildung der Iris, so bleibt eine Lücke in der letzteren.

Die Regenbogenhaut, als freier Vorhang, entwickelt sich also, wie oben gesagt, erst, nachdem der Choroidealspalt geschlossen ist, und wird dann als schmaler, dunkler Streif am oberen Bulbussegmente hinter der Cornea und vor der Linse sichtbar. Dieser Streif erscheint aber erst später als völlig geschlossener Ring, dessen oberer Theil breiter ist, als der untere. Wird die Ausbildung der Iris verhindert, so haben wir später die Hemmungsbildung vor uns, welche man Irideremia, Mangel der Iris, nennt. Dieser Mangel kann ein totaler oder ein partieller sein.

Beim totalen Irismangel sieht man den Grund des Auges entweder dunkelbraun oder röthlich, bei einiger Entfernung glänzend. Myopie, Lichtscheu, bisweilen auch Amblyopie sind ziemlich constante Begleiter der Irideremie. Bisweilen kommen auch zugleich noch andere Fehler des Auges, z. B. widernatürliche Hervorragung und partielle Trübung der Cornea, der Linse u. s. w. vor.

Beim partiellen Irismangel ist entweder nur ein sehr schmaler Kreis der Iris vorhanden, oder es haben sich nur einzelne Theile der Iris hier und dort gebildet. Durch den partiellen Mangel der Iris bekommt die Pupille entweder eine abnorme Gestalt, indem das eine Segment der Iris schmaler ist als das andere, oder es entstehen mehrere Oeffnungen in der Iris (Polycoria), indem der Pupillarrand nur theilweise vorwärts wächst, wobei sich eine fadenförmige Excrescenz, die mit dem gegenüber liegenden Pupillarrande verwächst, entwickelt. Die Lücken zwischen mehreren solchen Fortsätzen bilden die mehrfachen Pupillen. Ist dieser Zustand nicht mit anderen Bildungsfehlern complicirt, so pfllegt der Kranke nur kurzsichtig, aber nicht mit anderen Gesichtsstörungen behaftet zu sein.

Aus dem primitiven Bildungstoffe bildet sich bei der ersten Entwicklung

der Aderhaut das Stroma derselben, d. h. das Gewebe, welches das Gefäßsystem derselben zusammenhält, und ihre Muskeln mit den zu ihnen verlaufenden Nerven einschleidet und festsetzt. Außerdem drängen sich in dies Gewebe die mit Pigment gefüllten Zellen, wodurch die Aderhaut und Iris ihre Färbung bekommen. Die Gefäße, Nerven und Muskelfasern der Iris, welche ihr das schöne Ansehen eines maschenförmigen Netzes geben, liegen so in dem Stroma, daß sie dasselbe an seiner hinteren Fläche ziemlich frei lassen, während dagegen die letztere von einer dicken Lage von Pigmentzellen überkleidet ist. Bis zum 4. oder 5. Monate der Schwangerschaft sieht man keine Spur von jenem maschenförmigen Netze; von diesem Zeitpunkte an beginnt es erst sich auszubilden. Schreitet nun die Ausbildung desselben nicht naturgemäß seiner Vollendung entgegen, so entstehen verschiedene Bildungsfehler. Es erscheint dann entweder die vordere Fläche der Iris besetzt mit weißen, kreisförmig gelagerten, erhabenen Punkten, die, wie man glaubt, die Anfänge zum Entstehen jenes maschenförmigen Netzes sind, oder es fehlen die Cirkelfasern, während die Radialfasern regelmäßig ausgebildet sind, oder es fehlt jenes Netz ganz, oder theilweise, während das Stroma mit dem Pigment an diesen Stellen vorhanden ist. In einem Falle dieser Art, den ich beobachtete, waren zugleich Trübung der Linse, Verklebung des Stroma mit der vorderen Linsenkapsel, Gefäßbildung auf der letzteren und bedeutende Kleinheit der Hornhaut vorhanden.

In anderen Fällen erreicht zwar die Iris ihre vollkommene Ausbildung, aber jene durchsichtige, gefäßreiche Haut (*Membrana pupillaris*), welche die Pupille, sobald die Iris ausgebildet ist, verschließt und gegen die Geburt hin durch Aufsaugung in der Weise wieder verschwinden muß, daß sie im Mittelpunkte zerreißt, in einzelne Lappen zerfällt, die sich nach den Rändern der Pupille zurückziehen, wo bisweilen noch einige Zeit nach der Geburt flockige Ueberreste zu erkennen sind, tritt ihren Rückbildungsprozeß nicht an und bleibt oft während des ganzen Lebens in der Pupille. Sie erscheint dann als ein dünnes, spinnwebartiges Gewebe, von weißlicher Farbe. Sind bloß einzelne Theile der Pupillarmembran zurückgeblieben, so ragen diese von dem Pupillarrande aus in Form von unregelmäßigen Lappchen in die Pupille, wo sie in dem Humor aqueus flottiren. Diese Lappchen pflegen sich im Verlaufe des Lebens allmählig zu verkleinern. Im Ganzen sind die hierher gehörigen Fälle aber sehr selten.

4. Untersucht man das Auge eines Embryo aus der Periode, wo die Choroidea eben ihre Umwachsung vollendet, so findet man, weil sich die Choroidea unmittelbar an die innere Wand der äußeren Haut, und somit zwischen diese und die verhältnißmäßig noch sehr große Linsenkapsel eingeschoben hat, keine vordere Augenkammer, wie bei dem Erwachsenen, keine Iris in Gestalt eines beweglichen, senkrechten Vorhanges, sondern man sieht, daß die weit ausgeschnittene Aderhaut unmittelbar an der äußeren Augenhaut anliegt, daß die Linse mit der inneren Fläche der äußeren Augenhaut in Berührung ist und in ihrer Peripherie von dem ausgeschnittenen Bande des in der Choroidea ausgeschnittenen Schloches berührt wird. Es beginnt nun die genauere Differenzirung der Hornhaut und der Sclerotica als äußerer Hüllen des Augapfels, die im Anfange von der umgebenden Bildungsmasse nicht gehörig getrennt werden konnten und bei ihrem ersten Auftreten einander sehr ähnlich sehen, weil die Sclerotica anfangs ganz durchsichtig ist wie die Hornhaut, und erst später ihre eigenthümlichen Fasern sich ausbilden. Mit Ende des zweiten Monats

sind, wie aus vielen Beobachtungen erhellt, die wichtigsten Theile des Augapfels gebildet, aber die vorher ganz durchsichtige Hornhaut soll jetzt etwas trüber aussehen, dicker und schwammiger als die Sclerotica sein. Erst im dritten Monate tritt die Trennung von Cornea und Sclerotica deutlicher hervor; die erstere wird wieder durchsichtiger, die letztere dichter und weißlich. In diese Epoche, wo die Cornea nicht deutlich begrenzt ist, sondern gleichsam allmählich aus dem Gewebe der Sclerotica hervortritt, fällt die Entstehung der unten näher zu beschreibenden angeborenen Hornhautverdunkelungen, die als ein Stillstand der Cornea auf einer niederen Bildungsstufe zu betrachten sind. Die Cornea wächst dabei zwar fort, aber doch immer dürrig, und so kommt es denn, daß wir diesen Fehler am häufigsten beim Microphthalmus wahrnehmen, oder daß mit ihm fast immer mangelhafte Ausbildung der Iris und anderer Organe verbunden ist.

Tritt in der gedachten Periode eine Hemmung der Entwicklung der Cornea ein, so bleibt eine partielle, selten eine totale Trübung derselben zurück, von der zweierlei Arten unterschieden werden: a) die stärkere Art erstreckt sich von der Sclerotica auf die Cornea, so daß man die Stelle, an welcher beide sich trennen sollten, nicht zu gewahren vermag. Der durchsichtige Theil der Cornea, hinter welchem die Pupille liegt, ist selten rund und begrenzt, in der Mehrzahl der Fälle liegt er ohne scharfe Umrisse an der Sclerotica unmittelbar an, und hat bald eine dreieckige, bald eine ovale, sehr selten eine runde Gestalt; b) die schwächere Art besteht darin, daß die meistens längliche, sehr selten rundgestaltete Cornea von der Sclerotica nicht deutlich gesondert, sondern mit einem bläulichen Ringe umgeben ist. Dieser Ring ist öfter ziemlich stark, oft total, oft partiell.

Wohl zu unterscheiden von den eben besprochenen partiellen Verdunkelungen ist die totale Verdunkelung der Cornea, die sich gleichmäßig über die ganze Hornhaut erstreckt; die Cornea ist dabei perlfarbig, bald dunkelblau, spiegelglatt, sehr gewölbt, sehr groß und hypertrophisch. Die Form des Auges ist kugelförmig und erinnert durchaus an eine Form des Bulbus aus den früheren Epochen der Bildungsgeschichte, in welchen die Cornea fast das vordere Drittheil des Auges einnimmt. Das Auge ist meistens nach oben gerichtet und leidet an Nyctamios. Im Verlaufe der ersten Lebensmonate pflegt sich die Cornea von der Peripherie nach dem Centrum hin aufzuhellen und zu verdünnen. Leicht bleiben aber hydropische Ansammlungen in der vorderen Augenkammer zurück.

Ein anderer, an frühere fötale Zustände erinnernder, angeborener Fehler ist die Cornea congenita globosa, wobei die Hornhaut durchsichtig, aber von widernatürlicher Größe ist. Der Uebergang in die Sclerotica ist normal; die Iris bisweilen trichterförmig gestellt; dabei Corectopie und Iridodonesis. Dagegen ist die Cornea congenita conica durchaus nicht als eine Hemmungsbildung zu betrachten, indem die Cornea in keiner Periode des Daseins eine conische Gestalt zeigt.

5. Im Anfange des dritten Monates liegen die Augäpfel noch ganz frei an der äußeren Fläche des Kopfes, und die äußere Haut geht glatt und dünn als Bindehaut über dieselben hinweg. Erst in der zehnten Woche bilden sich schmale Wülste, welche sich allmählig vergrößern und zwei Hautfalten darstellen, die einander entgegenwachsen, um in der zwölften Woche in Verührung zu treten und mit ihren Rändern zu verwachsen, so daß dadurch die Höhle der Bindehaut nach außen bis einige

Zeit vor der Geburt geschlossen bleibt. In seltenen, aber noch nicht ganz constatirten Fällen soll diese Verwachsung auch nach der Geburt bleiben (Ankyloblepharon congenitum totale und partiale), in andern Fällen bleibt die Augenlidspalte, namentlich in Folge von Microphthalmus, zu eng (Blepharophimosis), in noch andern bilden sich die Augenlider nur sehr unvollkommen aus, so daß eine bloße Hautwulst sie vertritt (Lagophthalmus congenitus).

VIII. Die numerische Methode in ihrer Anwendung auf die Augenheilkunde.

Es wird immer ein Bedürfniß des menschlichen Geistes bleiben, die Thatfachen in dem Maße, als sie entdeckt werden, unter den möglichst allgemeinsten Gesichtspunkten zusammenzufassen; dadurch wird das Vergangene gestaltet, das Gegenwärtige bearbeitet und das Zukünftige vorbereitet. Wäre der Mensch bloß auf das Sammeln von Thatfachen beschränkt, so bestünde die Wissenschaft in einer öden Nomenclatur und die großen Naturgesetze wären nie erkannt worden. Nur dadurch, daß man die Thatfachen unter einander verglich und zu immer umfassenderen Erscheinungen emporstieg, fand man endlich jene in den verschiedenen Wirkungen ausgeprägten Gesetze. Hierdurch erkannte der Mensch, daß in der Natur nur wenige Ursachen eine Menge von Erscheinungen bedingen, er konnte die nothwendig eintretenden bestimmen, und nachdem er sich von dem ungestörten Zusammenhange zwischen Ursache und Wirkung überzeugt hatte, richtete er seine Blicke in die Zukunft und erschaute die Reihe von Ereignissen, welche die Zeit entwickeln muß. Die einzelnen Thatfachen müssen demnach als nothwendige, unentbehrliche Ausgangspunkte jedes Generalisirens, jeder zu einem erspriesslichen Zwecke unternommenen Arbeit betrachtet werden. Zu allen Zeiten ward diese Wahrheit anerkannt, und stets gab es große Meister, welche ihre Lehre, die sie uns hinterließen, auf eine Reihe von Thatfachen stützten. Versuche und Beobachtungen liefern demnach die Materialien der Wissenschaft; der Verstand ordnet sie, erfährt die gegenseitigen Beziehungen und erhebt sich zur Kenntniß der allgemeinen Ursachen, während die einzelnen Erscheinungen, insofern sie die unmittelbaren Wirkungen dieser Ursachen sind, dazu dienen, den Werth der aufgestellten Gesetze zu ermessen. Die in dieser Art sich gestaltenden Wissenschaften nennt man Erfahrungswissenschaften.

Das Gebiet der Erfahrungswissenschaften zerfällt in Hinsicht der Art und Weise, wie die einzelnen Erfahrungssätze zu constatiren sind, was bei jeder Construction einer allgemeinen Theorie zunächst die Hauptsache ist, in zwei Felder; in dem einen bringt der durch den Experimentator unternommene Versuch das Phänomen mit Gewißheit hervor; er kann aus der Kenntniß der Ursachen ohne Fehl die zu erwartende Wirkung voraussagen; so verhält es sich mit den meisten chemischen, physikalischen und, wie oben gezeigt, mit manchen physiologischen Experimenten. In dem andern Felde ist das Phänomen nicht nothwendige Folge der in Wirksamkeit getretenen, uns wahrnehmbaren Bedingungen; es ist nur ein geringerer oder größerer Grad von Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß dieses oder jenes Ereigniß stattfinden werde, und nur eine große Zahl von Beobachtungen, innerhalb

deren sich das Phänomen unter den verschiedensten Modificationen mehr oder minder häufig wiederholt hat, setzt uns in den Stand, seine größere oder geringere Frequenz, niemals aber seine absolute Nothwendigkeit auch für die Zukunft vorauszusehen oder vorauszusagen. In diese letzte Kategorie gehört die Heilwissenschaft; sie ist in vielen Beziehungen nur ein Wissen von Wahrscheinlichkeiten. Die Schuld dieser Unvollkommenheit in der Heilwissenschaft rührt aber nicht von der Untüchtigkeit der sie cultivirenden Männer her, sondern davon, daß der menschliche und thierische Organismus eine unendlich complicirtere Maschine, als jede andere von Menschenhänden gebaute ist, und davon, daß die Heilwissenschaft unter dem Einflusse der übrigen Naturwissenschaften steht, von deren Fortschritten sie noch die wichtigsten Aufschlüsse erwarten muß.

So ersprießlich das physiologische Experiment für die Heilwissenschaft nun auch ist, so glaube man jedoch nicht, daß die bloße Beobachtung der Thatsachen nicht auch ein sehr wichtiges Untersuchungsmittel ausmacht, und daß man nur diejenigen Erscheinungen recht kennt, auf welche man einzuwirken vermag. Die ganze Astronomie beruht auf dem Studium von Thatsachen, die unserem Wirkungskreise völlig entrückt sind, und dennoch sind die Fortschritte dieser Wissenschaft am weitesten gediehen.

Um indessen eine tiefere Einsicht in das Wesen der Thatsachen zu erlangen, muß von jedem einzelnen Falle eine große Zahl von Beobachtungen vorliegen. Die Aerzte müssen lange die Krankheiten nach den einfachsten Erscheinungen und mit Beachtung aller zufälligen oder herbeigeführten Wirkungen aufgezeichnet haben, bevor sie mit einiger Wahrscheinlichkeit sagen können: diese Zeichen waren hundert Mal in dieser Krankheit und unter diesen Umständen die Vorläufer dieses Ereignisses; sie werden es daher auch diesmal sein.

Die gesammelten Thatsachen müssen von dem Verstande je nach ihrer Ähnlichkeit oder Unähnlichkeit vereinigt oder getrennt und so angeordnet werden, daß die constanten Beziehungen zweier, auf einanderfolgender Erscheinungen klar hervortreten. Nur dadurch, daß wir einerseits eine große Reihe einzelner Thatsachen sammeln und das Vereinbare gruppiren und andererseits aus dem so Gruppirten nach einer bestimmten Methode Gesetze entwickeln, gelangen wir zu wissenschaftlichen Erfahrungen. Die Methode, welche mit Hülfe des Calcüls aus den aneinandergereihten Erfahrungen Gesetze entwickelt, nennt man die numerische Methode.

Da es nun zu der erfolgreichen Anwendung dieser Methode eine wesentliche Bedingung ist, daß nur vergleichbare Thatsachen nebeneinander gruppirt werden, und da derartige Thatsachen leichter am Auge, welches selbst der Autopsie zugänglich ist, als an irgend einem anderen Organ zu beobachten sind, so eignet sich die Augenheilkunde mehr als jeder andere Zweig der Arzneiwissenschaft zur Behandlung nach der numerischen Methode. Hier muß vor Allem die so lange Zeit übliche ungenaue Statistik gelegentlicher Erinnerungen aus einer vielbewegten Praxis der numerischen Methode Platz machen.

Die numerische Methode hat aber, ungeachtet ihres anerkannt hohen Werthes, vielfach zu falschem Resultat geführt, weil bei ihrer Anwendung häufig manche etwas versteckt liegende Quelle des Irrthums unbeachtet blieb. Bei aller Anwendung des Calcüls sowohl auf Gegenstände der Natur als auf sociale Verhältnisse pflegen die Erfahrungsdata selten in der reinen Gestalt, wie man sie eigentlich gebraucht, aufzutreten, sondern

fast immer mehr oder weniger behaftet mit Störungen der Schwankungen, die in ihrem Wechsel keiner Regel gehorchen, und man sucht dann den daraus entstehenden Nachtheil, wenn auch nicht aufzuheben, doch soviel wie thunlich zu vermindern, dadurch daß man aus vielen einzelnen Resultaten das Mittel nimmt. Man rechnet darauf, daß bei einer solchen Benützung einer großen Zahl von Fällen die zufälligen Schwankungen einander größtentheils compensiren, und legt dann dem Mittelwerth eine desto größere Zuverlässigkeit bei, je mehr partielle Resultate zugegen sind. Dieses ist auch im Allgemeinen vollkommen richtig, und durch consequente weitere Entwicklung und umsichtige Ausbeutung dieses Principis sind in der Heilwissenschaft, wie in vielen anderen Naturwissenschaften, nicht selten die belohnendsten Früchte, selbst glänzende Resultate, die dem Traditions-glauben oft gänzlich widersprachen, gewonnen. Allein die Sicherheit des Grundprincipis beruht auf einer wesentlichen Bedingung, die häufig genug auch von Gelehrten von Fach außer Acht gelassen wird, und die darin besteht, daß die an den einzelnen Beobachtungen und Erfahrungen haftenden regellosen Störungen oder Schwankungen von einander ganz unabhängig sein müssen. Das Urtheil, ob eine solche Unabhängigkeit vorhanden sei oder nicht, kann zuweilen sehr schwierig und ohne tiefes Eindringen in das Sachverhältniß unmöglich sein, und wenn darüber Zweifel zurückbleiben, so wird auch das den Endresultaten beizulegende Gewicht ein precäres sein. In diesem Falle befinden sich leider die meisten pathologischen und namentlich therapeutischen Elemente. Der Werth der numerischen Methode in der Arzneiwissenschaft ist daher immer noch ein sehr beschränkter, sie hat bisher weiter nichts geliefert, als daß sie die Wahrscheinlichkeiten etwas genauer umgrenzte.

Wäre z. B. die Rede von dem Verhältniß der Frequenz der sogenannten scrophulösen Augenentzündung zu anderen Augenentzündungen an einem bestimmten Orte, so ist dieses bekanntlich in verschiedenen Jahren sehr ungleich; der durch die allgemeinen örtlichen und socialen Verhältnisse des Ortes bedingte Normalwerth in der Frequenz der einzelnen Augenentzündungen wird aber an einem Durchschnitt von zehn Jahren mit viel größerer Sicherheit erkannt, als wenn man sich bloß an ein einzelnes Jahr halten wollte. Der Grund ist aber der: weil zwischen den in den einzelnen Jahren vorkommenden Abweichungen von dem Normalwerthe kein besonderer Zusammenhang ist, vielmehr, wie auch die Erfahrung bestätigt, eine große Minusabweichung ebenso leicht in einem Jahre vorkommen kann, welcher unmittelbar darauf ein Jahr mit großer Plusabweichung folgt. — Aehnlich, wie in dem gegebenen Falle, aber oft noch complicirter, gestaltet sich das Verhältniß, wenn man den diagnostischen Werth eines nicht durchaus constanten Symptoms einer Krankheit feststellen will.

Der Calcül bietet in der Arzneiwissenschaft also nur das Mittel dar, aus den Elementen der medicinischen Statistik die Grenzen des Irrthums zu finden. Die Aerzte müssen daher unablässig die Principien desselben festhalten, wenn sie nicht Behauptungen, welche in der That kein Vertrauen verdienen, als absolut gültige annehmen und in die größten Irrthümer verfallen wollen. Will man z. B. den wahren Einfluß einer angewandten Heilmethode beurtheilen, so müssen die Aerzte lange Reihen von Beobachtungen sammeln; denn die aus dem Geseze der großen Zahlen abgeleiteten Principien sind ganz genau auf die therapeutischen Unter-

suchungen anzuwenden. Dennoch stellt das aus einer großen Reihe von Beobachtungen erhaltene Verhältniß einer therapeutischen Methode niemals den ganz genauen Ausdruck für den Einfluß der versuchten Heilmethode dar, sondern nähert sich demselben nur um so mehr, je zahlreicher die Beobachtungen sind; d. h. die Angaben über den Werth einer therapeutischen Methode schwanken zwischen gewissen Grenzen möglichen Irrthums, die um so näher aneinander rücken, je zahlreichere Thatsachen gesammelt werden, und die vermittelt der in einer statistischen Uebersicht zusammengestellten Zahlen nach den Regeln des Wahrscheinlichkeitscalculs bestimmt werden können. Ein therapeutisches Gesetz, welches durch die Vergleichung einer geringen Anzahl von Beobachtungen gefunden wird, kann von der Wahrheit so entfernt sein, daß es keine Beachtung verdient. Soll eine Heilmethode der anderen vorgezogen werden, so müssen die Resultate derselben sich nicht nur vortheilhafter herausstellen, sondern der zwischen beiden ermittelte Unterschied muß eine gewisse Grenze überschreiten, deren Größe von der Anzahl der gesammelten Thatsachen abhängt. Jeder Unterschied zwischen den erhaltenen Resultaten, welcher innerhalb dieser Grenze liegt, die an und für sich um so kleiner ist, je zahlreicher die Beobachtungen sind, darf unberücksichtigt bleiben, und als Null betrachtet werden. Würden diese Grundsätze in der Praxis immer berücksichtigt, so hätten die von Louis angeführten 107 Fälle von Lungenentzündung, 44 von Gesichtserose, 23 von Halsentzündung nicht hingereicht, um dem Praktiker, gegen die Erfahrung vergangener Jahrhunderte, die geringe Wirksamkeit der Blutentziehungen bei Behandlung dieser drei acuten Entzündungen zu erweisen. Aehnlich verhält es sich mit den therapeutischen Erfahrungen in der Medicin und Augenheilkunde in der medicinischen Schule zu Wien, die jetzt von reisenden Schülern in aller Welt herumgetragen werden. Will man bei therapeutischen Untersuchungen sein Ziel nicht verfehlen, so muß man sein Urtheil auf eine sehr umfassende Statistik gründen, in der die verschiedensten Momente der Krankheit, z. B. ihre Stadien, ihre Intensität und Ausdehnung, die Verhältnisse des Individuums nach Alter, Geschlecht, Constitution und vorangegangenen Krankheiten, der Charakter der epidemischen Constitution u. s. w., genau berücksichtigt werden, und zugleich muß man seine Zuflucht zu dem Gesetze der großen Zahlen nehmen, indem die Anzahl der Fälle nicht gleichgültig für den Werth der durch eine Berechnung gefundenen Resultate ist. Berechnet man z. B., um den Werth einer versuchten Heilmethode zu ermessen, das sogenannte mittlere Mortalitätsverhältniß, indem man, bei Zusammenstellung analoger Fälle, einerseits die Anzahl der Gestorbenen, andererseits die der Genesenen addirt und die Summe der ersteren durch die der letzteren dividirt, so hat natürlich das gefundene Mortalitätsverhältniß z. B. wie Eins zu Zehn nicht den nämlichen Werth, wenn es von zwanzig oder dreißig Erfahrungen abgeleitet ist, als wenn es nach drei-, vierhundert oder tausend genau ermittelten Thatsachen berechnet wäre. Bei allem diesen ist noch außerdem zu bedenken, daß es keine therapeutische Methode giebt, die nicht wenigstens in manchen Fällen wirkungslos geblieben wäre; selbst die China verläßt uns bisweilen bei der Behandlung der Wechselfieber. Anderntheils sind in manchen Epidemien die sonst heilbaren Krankheiten so heftig, daß keine Kurmethode gegen sie etwas vermag.

Um den relativen Werth zweier Heilmethoden, insofern sie bei einer und derselben gesammelten Krankheitsart angewendet werden können, zu

ermitteln, müssen die Beobachter zu diesem Zwecke alle Fälle dieser Krankheitsart, die sich ihnen darbieten, abgesehen von ihrer Intensität und ihren Complicationen, aufnehmen; kein Individuum ist man auszuschließen berechtigt, sobald nur die Krankheit, mit der man sich beschäftigt, eine Hauptrolle unter den Krankheitserscheinungen spielt und die Behandlung begonnen ward, weil sonst Gründe genug sich fänden, eine ziemliche Anzahl von der versuchten Heilmethode widersprechenden Fällen aus den Tabellen zu streichen, wodurch die allgemeinen Schlussfolgerungen bedeutend verfälscht würden. Man kann sogar die Grenzen noch enger ziehen, und den relativen Werth zweier Heilmethoden in Bezug auf eine Varietät der Krankheitsart zu bestimmen versuchen. In diesen dürften nicht mehr alle dargebotenen Fälle ohne Unterschied, sondern bloß jene zu den Verzeichnissen benutzt werden, die dem vorgezeichneten Krankheitsbilde entsprechen. Auch auf diese Weise würde man zu Schlüssen gelangen, die für den beabsichtigten Zweck vollkommen gültig sind, die aber niemals auf die gesammte Krankheitsart ausgedehnt werden dürfen.

Auf diese Weise kann mit Bestimmtheit der Weg bezeichnet werden, den der Arzt am Krankenbette einschlagen soll. Die Wissenschaft muß ihm genaue Belehrung ertheilen über die Mittel, welche in einer gegebenen Krankheit am wahrscheinlichsten zum Ziele führen, und über die Veränderungen, welche mit der Behandlung je nach der pathologischen Varietät des vorliegenden Falles vorgenommen werden müssen.

Giebt man die Behauptung zu, daß die Statistik nur durch eine große Anzahl von Thatfachen für die Therapeutik annehmbare Resultate liefern kann, so wird man nothwendig zu der Schlussfolgerung geleitet, daß man viel Zeit bedürfe, um die Heilmethoden nach ihrem Einflusse zu ordnen, und daß ein einziger Beobachter unmöglich die Lücken für das ganze Krankheitsregister auszufüllen vermag. Bei der jetzigen Entwicklung der Wissenschaften ist es einem Einzelnen unmöglich, alle Zweige zu umfassen, und man erkennt allgemein die Nothwendigkeit an, selbst mit den Untersuchungen einer und derselben Wissenschaft eine Zerklüftung vorzunehmen; namentlich aber hat man in der Medicin das Bedürfnis gefühlt, sich auf die Leistungen Anderer zu stützen. Keiner kann Alles sehen, Alles ermitteln, Alles in den Bereich seiner eigenen Erfahrungen hineinziehen. Von den Beobachtern muß jeder einen einzelnen Punkt der Therapeutik aufzuklären versuchen, und aus der Vereinigung aller einzelnen Arbeiten wird ein großartiges Ganze hervorgehen, durch welches die Wissenschaft eine sichere Basis erlangen kann. Aus diesem Grunde ersuchte ich schon bei der Herausgabe des ersten Bandes meiner Klinischen Beiträge die Aerzte des In- und Auslandes, welche Gelegenheit haben auf dem Felde der Sinneskrankheiten häufigere Erfahrungen zu machen, mir die Resultate derselben in einer der numerischen Methode angemessenen Form zu senden, die ich dann unter Anführung des Namens der Autoren den meinigen anreihen wollte; aber leider ist diese Aufforderung bisher ganz unberücksichtigt geblieben.

Ohne Zweifel lassen sich die therapeutischen Gesetze auch bei einer Vertheilung der Aufgabe nicht so schnell ermitteln; allein die angegebene Richtung muß nothwendig zu einem besseren Ziele führen. Betrachtet man, welche Masse von Arbeiten zur Aufklärung solcher wichtiger Fragen angehäuft sind, und wie wenige wirkliche Bereicherungen die Heilkunst erlangt hat, so wird man sich überzeugen, welch langsame Fortschritte die

Heilwissenschaft macht, wenn es den Beobachtern an zuverlässigen Untersuchungsmethoden fehlt. Wenn man sich Jahrhunderte lang am Eingange streitet, wenn der traurigste therapeutische Scepticismus in der Medicin um sich zu greifen droht, ist man dann berechtigt, eine Methode, welche nothwendig zu bestimmten Resultaten führen muß, deswegen unbeachtet zu lassen, weil sie wegen der Complication der medicinischen Fragen Jahre lange strenge Beobachtung erfordert?

War es nun bisher auch noch nicht möglich, das Gesetz der großen Zahlen in einer weiteren Ausdehnung auf die Augenheilkunde anzuwenden, so hat mir die numerische Methode in diesem Zweige der Wissenschaft, in der sie von Anderen noch weniger als von mir in Anwendung gebracht ist, doch schon Manches geleistet, von dem ich jetzt Einiges zum Schlusse dieses Aufsatze hervorheben will.

Kein Organ des menschlichen Organismus wird so zahlreichen und mannigfaltigen Krankheiten unterworfen als das Auge. Ein jeder seiner Theile kann von einer Menge verschiedenartiger Krankheiten ergriffen werden.

Nach meinen bisherigen Zählungen kann man annehmen, daß in unserm Klima, wenn keine ansteckenden Epidemien dazwischen laufen, unter 100 Individuen jeder Altersklasse etwa 5 zur Zeit von Augenkrankheiten befallen werden.

Die Männer haben eine größere Prädisposition zu Augenkrankheiten als die Weiber. Ungeachtet in den meisten europäischen Ländern die Zahl der weiblichen Bevölkerung die der männlichen in dem Verhältnisse von 108:100 überwiegt, so verhält sich doch bei uns die Zahl der männlichen Augenkranken zu der der weiblichen etwa wie 15,20:12,75.

Individuen mit weißem Teint, mit hellem Haar und blauer Iris scheinen eine größere Disposition zu Augenkrankheiten zu haben als anders Gefärbte.

Das rechte Auge erkrankt etwas häufiger als das linke, am häufigsten aber werden beide Augen ergriffen.

Die größte Prädisposition zu Augenkrankheiten herrscht, nach einer Zählung von 1393 Fällen, offenbar in der Lebensperiode, die zwischen die Geburt und das Ende des zehnten Lebensjahres fällt.

Unter allen Geweben des Auges hat die Conjunctiva bei weitem die größte Disposition zu Krankheiten. In welcher Ordnung die übrigen Gewebe folgen, ist schon oben angegeben.

Die Combinationen der Entzündungen der verschiedenen Gewebe des menschlichen Sehorgans sind so mannigfaltig und scheinbar regellos, daß sie sich noch nicht unter allgemeine Kategorien bringen lassen. Unter 230 Entzündungen fand ich 43 verschiedene Combinationen. Werden Entzündungen u. dergl. von einem Organe plötzlich auf ein anderes, in keinem näheren Gefäßzusammenhange stehendes übertragen, so ist dies, was aus den angeführten Combinationen bewiesen werden kann, nicht die Folge einer ursprünglichen Sympathie, sondern wahrscheinlich davon, daß allgemeine Leiden alle gleich disponirten Theile mit gleicher Kraft betreffen. Mit wenigen Ausnahmen, welche sich fast nur auf gewisse Functionen der Nerven beziehen, hängt es von der Natur der Krankheit ab, zwischen welchen Theilen Sympathie eintreten soll.

Die meisten, namentlich die entzündlichen Augenkrankheiten, erreichen sehr schnell eine bedeutende Höhe, werden dann aber, wenn nicht frühzeitig

eine zweckmäßige Kunsthülfe eintritt, meistens chronisch. Eine genaue Vergleichung sämmtlicher Entzündungen in Beziehung auf ihre Dauer, ihre Ursachen und auf das Lebensalter, in welchem sie auftraten, hat mich überzeugt, daß das Lebensalter der Kranken keinen Einfluß auf den acuten oder chronischen Verlauf derselben ausübt, sondern allein die Art und Heftigkeit der Verletzung und die Beschaffenheit der Constitution.

Eine andere Frage, die ich durch die Statistik gelöst zu haben glaube, ist die, ob man in allen Fällen, ohne Rücksicht auf das Alter, den Verlauf, auf die successive Ausbildung der Ophthalmie, auf die Nebensymptome in anderen Organen, auf die Constitution, auf die äußeren Schädlichkeiten die specifische Natur der Augenkrankheit durch bloßes Ansehen der Augen erkennen könne. Meine Untersuchungen haben mich zu der Ueberzeugung gebracht, daß dies nur selten möglich ist. Die durch die specifischen Ursachen hervorgebrachten Modificationen der Entzündung in Form und Verlauf sind daher nicht so constant, daß man hierauf eine besondere Einteilung der Entzündungen gründen dürfte. Genau genommen giebt es nur eine Entzündung des Auges, die verschiedene Ursachen haben und danach von verschiedenen Nebensymptomen begleitet sein kann. Die Modification der Röthe, die Lichtscheu und der Augenliedkrampf, der Sitz und die Art der subjectiven Gefühle, der Verlauf und die Vertheilung der Blutgefäße, der Sitz der etwa sich bildenden Phlyctänen und Pusteln, die verschiedene Form, Farbe und Beschaffenheit der Geschwüre, der Sitz der Entzündung in den verschiedenen Geweben, das Lebensalter des erkrankten Individuums bieten alle keine constanten Merkmale für die specifische Natur der Ophthalmie dar.

Das Verhältniß der absoluten Frequenz der einen Nachkrankheit zu der anderen findet seine Erklärung in dem Verhältnisse, worin die Häufigkeit der Erkrankung des einen Gewebes zu der des anderen steht; denn natürlich müssen in denjenigen Geweben am häufigsten Nachkrankheiten entstehen, die am öftersten erkranken. Demnach übt die Natur des Gewebes auf die Frequenz der Nachkrankheiten einen Einfluß aus, obgleich dabei der Einfluß der specifischen constitutionellen Grundursache nicht zu übersehen ist, indem die verschiedenen, durch ungleichartige Ursachen veranlaßten Entzündungen auch eine verschieden große Neigung, in Nachkrankheiten überzugehen, besitzen und außerdem eine größere Vorliebe für das eine oder andere Organ zeigen. — Auch auf die relative Frequenz der Nachkrankheiten hat die specifische Natur der Grundursachen einen nicht zu verkennenden Einfluß. Die Entzündungen eines und desselben Organs zeigen nämlich, je nach der Natur der constitutionellen Ursache, eine verschieden große Neigung in Nachkrankheiten überzugehen. — Diese Angaben allein liefern uns aber noch keinen sicheren Maßstab für die größere oder geringere Gefährlichkeit der einen oder der anderen Entzündung, denn diese wird außerdem von der Vorliebe der specifischen Grundursache für das eine oder andere Organ und von der Natur und Wichtigkeit des ergriffenen Organs bedingt. Diese letzteren Momente sind jedoch noch nicht hinreichend, um die relativ größere Frequenz bestimmter Ausgänge in einem und demselben Organe zu erklären. Hierzu muß einestheils die specifische Natur und Heftigkeit der Grundursache und die davon abhängende Heftigkeit und Neigung der Entzündung zu einem acuten oder chronischen Verlaufe, anderntheils das Lebensalter der betroffenen Individuen mit in Rechnung gezogen werden. Bei dieser Untersuchung stößt uns das interessante Resultat auf,

daß die Prädisposition zu Augenkrankheiten in den verschiedenen Lebensaltern durchaus nicht im geraden Verhältnisse mit der Neigung der Entzündungen, krankhafte Veränderungen der Gewebe einzuleiten, steht, sondern daß man oft ein umgekehrtes Verhältniß bemerkt. Dies will so viel sagen, daß in den Lebensaltern, in welchen die Prädisposition zu Augenkrankheiten gering ist, einmal eingetretene Krankheiten gefährlicher sind, und daß die Neigung der Krankheiten, materielle Gewebsveränderungen einzuleiten, weniger vom Lebensalter als von der Heftigkeit und Natur der Krankheiten abhängt.

Bei weitem der größte Theil der Augenkrankheiten steht mit Krankheiten anderer Organe und Systeme des Totalorganismus in Verbindung. Von 1393 Fällen mit präsumtiver Anlage litten 1091 neben den Augenkrankheiten auch noch gleichzeitig an Krankheiten anderer Systeme und Organe; folglich bleiben nur 302 Augenkranke mit präsumtiver Anlage übrig, welche im Uebrigen gesund zu sein schienen. Bei den 1091 Kranken kamen mit mannigfaltigen Complicationen, die in den Klinischen Beiträgen speciell aufgeführt sind, vor: die Scrophulosis 634 Mal, die Stasis abdominalis mit oder ohne Hämorrhoiden oder Störungen der Menfes 153 Mal, die Stasis abdominalis mit Arthritis 163 Mal, der Rheumatismus 126 Mal, der Catarrh 101 Mal, Congestionen nach dem Kopfe mit Kopfschmerzen und Schwindel 15 Mal; außerdem kamen, obgleich im Ganzen nur 20 Mal, noch Syphilis, Scabies, Blattern, Rhachitis, Lähmungen, Delirium tremens, Epilepsie u. s. w. für sich allein vor. Hieraus folgt also, daß übrigens gesunde Individuen im Ganzen nur selten von Augenkrankheiten befallen werden.

Bei der Erforschung der Ursachen der Augenkrankheiten sind auch diejenigen constitutionellen Krankheiten des Organismus mit in Erwägung zu ziehen, welche den Augenkrankheiten und den mit ihnen gleichzeitigen Krankheiten anderer Organe und Systeme kürzere oder längere Zeit vorausgingen und mit jenen in einem ursachlichen Verhältnisse zu stehen scheinen. Solche Krankheiten, welche mit dem Ausbruche und Verlaufe der 1513 Augenkrankheiten (die traumatischen mitgerechnet) in einem ursachlichen Verhältnisse zu stehen schienen, wurden bei 1135 Kranken durch ein genaues chronologisches Krankeneramen nachgewiesen, während sie bei den übrigen 378 gefehlt zu haben scheinen. Unter den vorangegangenen Krankheiten spielten die Scrophulosis, die Gicht, die rheumatischen und catarrhalischen Beschwerden, die acuten und chronischen Hautausschläge die größte Rolle.

Die Scrophelkrankheit und die Gicht sind außerdem die häufigste Veranlassung zu chronischen Hautausschlägen. Von 215 Ausschlägen waren 180 scrophulöser und 20 gichtischer Natur. Alle diese Hautausschläge bestanden gleichzeitig mit Augenkrankheiten, viele von ihnen brachen schon vor der Entstehung der Augenkrankheiten aus, andere während des Verlaufes der letzteren, viele trockneten auch während des Bestehens der Augenkrankheiten ab, ohne auf den Verlauf derselben einen wesentlichen Einfluß auszuüben. Schon vor dem Ausbruche der Augenkrankheiten hatten 125 Individuen an chronischen Ausschlägen verschiedener Körpertheile gelitten, aber nur bei 34 folgte die Augenkrankheit bald nach der Unterdrückung des Exanthems. Aehnlich verhielt es sich mit der Storrhoe, den habituellen stinkenden Fußschweiß, den Hämorrhoiden, den Menfes, dem Rheumatismus, dem Catarrh, den Fontanellen.

Diese Beispiele reichen hin, um zu zeigen, daß die Haut, das Gehörorgan, die Füße u. s. w. mit den Augen in keinem vorwaltenden sympathischen oder antagonistischen Verhältnisse stehen und daß vermehrte Erregungen oder Thätigkeitsunterdrückungen nur in den seltensten Fällen einen heilsamen oder nachtheiligen Einfluß auf die Augen ausüben. Hierin liegt auch der Grund, warum künstliche Hautreize bei Augenkrankheiten in den meisten Fällen nichts nützen.

Die meisten Hautausschläge, Ohrenflüsse u. s. w. sind symptomatisch, und auch bei den sogenannten kritischen, wo die Krankheit mit Aufhebung ihrer bisherigen Symptomenformen sich in lokalen Hautausschlägen oder Ohrenflüssen concentrirt, oder durch diese entschieden wird, bleibt es immer noch zweifelhaft, ob man dieselben nicht für die letzten Symptome der schon schwindenden Krankheit halten kann. Für die allgemeine Therapie ist aber dennoch die Regel festzuhalten, nicht allein darüber zu waschen, daß keine äußere Einwirkung ein lokales Uebel supprimirt, sondern auch vorzüglich, daß kein innerer Einfluß andere Theile, wenn nicht vorbedachte Zwecke es erfordern, in einen Reizungszustand versetzt, durch den sie geneigt werden, das Uebel auf sich herbeizuziehen. Für die specielle Therapie folgt aus diesen durch die Statistik gewonnenen Resultaten die praktische Regel, daß man namentlich bei allen mit inneren und äußeren constitutionellen Krankheitszuständen complicirten Augenkrankheiten die Anwendung örtlicher Reizmittel entweder gänzlich vermeidet, oder zugleich ein natürliches Secretionsorgan, und vor allem den Darmkanal in vermehrte Thätigkeit versetzt. Der Darmkanal ist das Organ, welches in den meisten Fällen, um von den Augen abzuleiten, am zweckmäßigsten in Anspruch genommen wird. Die künstlich vermehrte Thätigkeit der übrigen Organe ist in der Regel nur dann von hervorstechender heilsamer Wirkung auf die Augen, wenn bald nach der Unterdrückung ihrer Thätigkeit die Augenkrankheit ausgebrochen ist. Außerdem lehrt die Statistik von 1500 Fällen, daß in Verbindung mit den auf den Darmkanal wirkenden Mitteln bei allen Augenentzündungen ohne Ausnahme kein anderes Mittel so sicher und heilsam wirkt, als die consequente, kräftige und unausgesetzte Anwendung der kalten Fomentationen auf das Auge.

Was die zufälligen Ursachen der Augenkrankheiten anbetrifft, so sind die Aussagen der Kranken in dieser Beziehung meistens so unbestimmt, daß man selten im Stande ist, hierüber etwas Genaueres auszumitteln. Indessen ergeben meine Tabellen doch so viel, daß unter den nachweisbaren zufälligen Schädlichkeiten die Erkältungen, die mechanischen Verletzungen, die Einwirkung der Contagien und des Lichtes die häufigsten sind. In dem ganzen Gebiete der Aetiologie sind nur sehr wenige Verhältnisse wirklich erforscht und außer Zweifel gesetzt. Die Veränderungen der Atmosphäre, der Elektricität, des Magnetismus, der Wärme, des Lichtes sind rücksichtlich der wechselnden Einflüsse, welche sie auf den Gesundheitszustand der Menschen ausüben, seit den ältesten Zeiten Gegenstand schöner, poetischer Beschreibungen, und im besten Falle jener bequemen hippokratischen Betrachtungsweise gewesen, die einen Complex von Beobachtungen scheinbar richtig darstellt, ohne die einzelnen Bedingungen, von denen die Erfolge abhängen, durch genaue Untersuchungen zu ermitteln.

Die große Mehrzahl der Augenkranken kommt, mit Ausnahme der Gelehrten, unter den niedern Volksclassen vor, besonders unter solchen Ständen und Professionisten, deren Beschäftigung zu vielem Sitzen, zu an-

338 Die Physiologie in ihrer Anwendung auf Augenheilkunde.

haltenden Anstrengungen der Augen, vorzüglich bei partiellem grellen oder sehr mattem Lichte, zu Erkältungen und mechanischen Verletzungen Veranlassung giebt. Außerdem prädisponirt ebensowohl ein sehr üppiges als ein zu karges Leben wie zu allgemeinen Krankheiten, so auch zu Augenkrankheiten.

Diese wenigen allgemeinen Betrachtungen, die ich noch durch viele specielle Angaben vervollständigen könnte, mögen hinreichen, um den Werth der numerischen Methode in der Augenheilkunde zu beweisen.

Anmerkung. Auf den Wunsch des Herausgebers ist, um eine größere Gleichförmigkeit dieses Artikels mit den früheren zu erzielen und um mehr Raum zu gewinnen, die Literatur, auf die im Texte mehrfach verwiesen ist, weggelassen. Ich halte diese Bemerkung für nöthig, um dem Verdachte, als möchte ich fremde Beobachtungen als meine eigenen dahin stellen, zu begegnen.

R u e t e.