5.

Die makroskopischen Gefässe
der
Menschlichen Netzhaut.

Versuch einer Schematisirung und Nomenclatur des Netzhautgefässsystems.

Eine augenärztliche Abhandlung

behufs seiner

Habilitation als Privatdocent

der

Hochlöblichen Medicinischen Facultät der Königl. Universität zu Breslau
vorgelegt und

am 24. Mai 1873 Mittags 12 Uhr

in der grossen Aula öffentlich vertheidigt

von

Dr. Hugo Magnus,
Assistenzarzt der augenärztlichen Klinik des Prof. Dr. Förster

---

Mit 2 lithographirten Tafeln.

Respondent:
Herr Dr. Albert Burchard, Assistenzarzt der augenärztlichen Klinik des Prof. Dr. Förster.

Opponenten:
Herr Dr. Ernst Fränkel, Privatdocent.
Herr Dr. Ignaz Lasinski, pract. Arzt.

Leipzig,
Wilhelm Engelmann.

Thesen.

1) Die staubigen Glaskörpertrübungen sind für die syphilitische Chorioitidis charakteristisch.

2) Die Anwendung des Chloroforms empfiehlt sich bei den Augenoperationen im Allgemeinen nicht.

Eine genaue, eingehende Kenntniss des gesunden Netzhautgefässsystems ist, ganz abgesehen von dem rein wissenschaftlichen Interesse, welches dieselbe dem Anatomen von Fach bieten muss, für den Praktiker von der allerhöchsten Bedeutung. Wenn wir vor der Hand von der überaus grossen Wichtigkeit derselben für die Beurtheilung der verschiedensten pathologischen Zustände des Auges Abstand nehmen wollen, so ist die genaue Kenntniss des Verlaufes, der Verzweigung und Vertheilung der Gefässe über die Netzhaut für das topographische Verständniss des gesammten Augenhintergrundes von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Eine, wie an den gesammten anderen Organen des Körpers ja schon lange aufgestellte, bestimmte Schematisirung, eine möglichst vollständige Kenntniss der Varietäten und physiologischen Schwankungen und eine darauf fussende Nomenclatur der Netzhautgefässe dürfte für das topographische Verständniss des ophthalmoscopischen Bildes von nicht geringem Vortheil sein. Während man sich jetzt bei Bestimmung einzelner Parthien des Augengrundes stets mit allgemeinen, sehr unsicheren Ausdrücken, wie „in der Nähe", „in der Umgebung" u. s. w. behelfen muss, würde eine allgemein acceptirte, feststehende Nomenclatur der Netzhautgefässe eine genaue topographische Bestimmung fast einer jeden Stelle des Hintergrundes ermöglichen. Der Name des Gefässes, welches die zu beschreibende Parthie des Augenhintergrundes versorgt, würde zugleich auch genau die Lage derselben bezeichnen. Für die Beschreibung pathologischer Processe des Augenhintergrndes wäre da-

durch eine ungemeine Erleichterung und ein sicheres Verständniss gegeben. Während als Anhaltepunkte für die Orientirung im Augengrunde jetzt eigentlich nur zwei Punkte geltend sind, nämlich der Sehnerveneintritt und der gelbe Fleck, wären durch eine bestimmte Nomenclatur der Netzhautgefässe die Zahl der Orientirungspunkte ganz erheblich vermehrt und somit natürlich auch die Orientirung selbst ganz wesentlich erleichtert. Während die übrigen Zweige der Medicin für eine genaue Beschreibung und Localisirung pathologischer Produkte sich mit grossem Vortheil der verschiedensten topographischen Hülfsmittel bedienen, hat die Ophthalmoskopie bisher auf solche, obgleich ihr dieselben auch in hinlänglichem Maasse geboten sind, fast gänzlich verzichtet. Die Unbequemlichkeiten, die ein derartiger Mangel im Gefolge hat, die Ungenauigkeiten, an denen Beschreibungen des Augen-Hindergrundes folgerichtig leiden müssen, wird Jeder, der öfter in der Lage war, ophtalmoskopische Bilder zu beschreiben, gewiss zur Genüge kennengelernt haben. Wenn wir bisher, neben Papille und Macula noch die Eintheilung des Augengrundes in 4 Quadranten zur topographischen Bestimmung benutzten, so wird eine derartige Topographie des ophthalmoskopischen Bildes wohl im Allgemeinen verständlich sein, jedoch aber Genauigkeit und Präcision in nicht geringem Grade vermissen lassen. Es finden sich nun zwar sehr genaue Abbildungen sowohl in Liebreich's wie Jäger's vorzüglichen Tafelwerken und eine eingehendere Behandlung des Netzhautgefässsystems bei Mauthner[1]) u. a. Doch ist auch hier eine Nomenclatur, sowie eine Untersuchung der wichtigsten Varietäten nicht geboten. Ja Mauthner meint sogar, dass sich eine genaue Beschreibung und Classificirung der Varietäten der Netzhautgefässe überhaupt nicht geben lasse. Es ist nun aber, wie mich dies eine umfangreiche Reihe Untersuchungen normaler wie kranker Augen gelehrt haben, ein Schema des Verlaufes der retinalen Gefässe sehr wohl möglich, welches im Verein mit der Beschrei-

---

1) Mauthner. Handbuch der Ophthalmoscopie. Wien 1868.

bung der Varietäten derselben eine recht übersichtliche und relativ genaue Topographie des ophthalmoskopischen Bildes ermöglicht. Es wird also der Zweck vorliegender Untersuchungen weniger der sein, die Kenntniss des normalen Augenhintergrundes wesentlich zu erweitern und zu bereichern, als vielmehr die allgemein bekannten Thatsachen zu ordnen und zu gruppiren und somit ein für die Topographie des Ophthalmoskopie nicht unwichtiges Hülfsmittel zu schaffen.

Die Untersuchung der gröberen, makroskopischen Gefässe der Netzhaut, soweit dieselben eben für die Ophthalmoskopie von Bedeutung sind, wird durch den Augenspiegel so bequem und handlich gemacht, wie sie uns an keinem anderen Organ des Körpers wieder geboten wird. Während wir die Verzweigungen und Verästelungen der Gefässe sämmtlicher Organe des Körpers nur im Zustand künstlicher Injection zu studiren vermögen, bietet sich uns im Gebrauch des Augenspiegels eine Methode dar, welche es ermöglicht, die Gefässe der Netzhaut in ihrer natürlichen Füllung und Injection zu studiren; selbst die subtilste Untersuchungstechnik könnte nicht das leisten, was uns hier die Natur bietet. Die naturgemässe Injection aller Gefässverzweigungen, ihr normaler Verlauf, ihr Verhältniss zu einander, wie zu den übrigen Organen des Augengrundes lässt uns der Augenspiegel viel genauer erkennen und studiren, als dies auch dem geübtesten Secirmesser möglich wäre. Während jede zerlegende, secirende Untersuchungsmethode die Organe aus ihren normalen topographischen Verhältnissen herauszulösen genöthigt ist, gewährt uns die Untersuchung mit dem Augenspiegel die Möglichkeit, den Augenhintergrund mit seinen Gefässen unter den gewöhnlichen, physiologischen Lebensbedingungen desselben betrachten zu können. Da also diese Untersuchungsmethode die für Erkenntniss der makroskopischen Netzhautgefässe sichersten und zugleich für die Ophthalmoskopie brauchbarsten Ergebnisse liefert, so habe ich mich ausschliesslich derselben bedient mit Uebergehung jeder künstlichen Injection. Alle zu diesem Zweck vorgenommenen Untersuchungen habe ich

im umgekehrten Bilde ausgeführt und die der Arbeit beigegebenen Tafeln nach denselben, aber in idealer Vergrösserung, entworfen.

Bevor wir an die systematische Beschreibung der einzelnen Netzhautgefässe herantreten können, müssen wir erst die allgemeinen Verhältnisse, denen dieselben unterliegen, einer kurzen Besprechung würdigen.

Stellung des Netzhautgefässsystems zu den übrigen Organen des Auges.

Die Netzhaut ist ein Organ, welches sich im Allgemeinen weniger durch einen besonderen Gefässreichthum, als vielmehr durch eine relativ grosse Selbstständigkeit ihres Gefässsystems auszeichnet[1]. Während andere Organe, wie z. B. die Chorioidea, einen viel beträchtlicheren Reichthum an Gefässen aufzuweisen haben, sind nur wenige so scharf durch die Selbstständigkeit ihres Kreislaufes isolirt, wie grade die Netzhaut. Die Anastomosen zwischen den retinalen Gefässen und denen der anderen Organe des Auges sind, wie dies die Untersuchungen Leber's[2] beweisen, höchst unbedeutend; nur um die Eintrittsstelle des Nervus opticus finden sich Anastomosen mit den Gefässen der Chorioidea; während an keiner anderen Stelle der Netzhaut eine Verbindung mit dem Ciliar- oder Bindehautgefässsystem existirt. Ausser diesen directen Anastomosen finden noch mittelbare Verbindungen zwischen Netzhaut- und Aderhautgefässen im Sehnervenquerschnitt statt, der sowohl von der Arteria centralis retinae, wie von dem Ciliargefässsystem Zweige erhält. Die Untersuchungen Leber's[3] und Wolfring's[4] haben diese Verhältnisse ausser allen Zweifel

---

1) Brücke. Anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels. Berlin 1847.

2) Leber. Anatomische Untersuchungen über die Blutgefässe des menschlichen Auges. Wien 1865.

3) Leber. Archiv für Ophthalmologie. B. XVIII. Abth. 2. p. 25.

4) Wolfring. Beitrag zur Histologie der Lamina cribrosa sclerae. Arch. f. Ophth. B. XVIII. Abth. 2. p. 10.

gesetzt und damit die irrigen Angaben von Galezowski[1]), nach denen die Sehnervenpapille ihre Gefässe aus denen der Pia mater und des Gehirns beziehen sollte, widerlegt. Es wird durch diese sparsame Communication mit ihren Nachbarorganen die Netzhaut deren Einflüssen natürlich in nicht unbeträchtlichem Grade entrückt, ihr Leben weniger durch die wechselnden Verhältnisse jener berührt. Alle Schwankungen in den beiden anderen Gefässsystemen des Auges werden kaum einen merklichen Einfluss auf den Füllungsgrad der Netzhautgefässe gewinnen können; es vermag sich somit die Retina den schädlichen Wirkungen, die krankhafte Vorgänge in den anderen Organen des Auges sonst leicht auch auf sie ausüben könnten, durch die grosse Selbstständigkeit ihrer Circulation wenigstens zum Theil zu entziehen. Mögen auch die anderen Gewebe des Auges bei irgend welchen pathologischen Vorgängen eine ganz entschiedene Alteration ihres Gefässsystems erfahren, so wird doch immer die Netzhaut ihnen gegenüber eine gewisse Immunität bewahren, sich wenigstens nicht durch allzu ausgiebige Aenderungen im Füllungsgrad ihrer Gefässe an den Schwankungen jener betheiligen. So kann man ziemlich häufig die Beobachtung machen, dass die Netzhaut trotz hochgradiger entzündlicher Processe in der Aderhaut keinerlei Veränderungen ihrer Circulation erfährt. Noch am häufigsten sieht man bei Entzündungen der Chorioidea, oder Iris eine Betheiligung der Sehnervenpapille, welche alsdann eine leichte Hyperämie erkennen lässt. Die mittelbaren wie unmittelbaren Verbindungen zwischen Netz- und Aderhautsystem grade an dieser Stelle lassen die vorwiegende Mitleidenschaft des Sehnerveneintrittes an krankhaften Vorgängen in den anderen Theilen des Auges leicht verständlich erscheinen. Bei der nahen Nachbarschaft werden pathologische Processe der Chorioidea allerdings auch leicht auf die Retina überspringen können, doch ist die Netzhaut durch die Isolirung ihrer Circulation, sowie durch die oberflächliche Lage ihres Gefässsystems, von der weiter unten noch

---

1) Galezowski. Gazette hebd. 1865. Nr. 51.

die Rede sein wird, einem derartigen Uebergreifen der Erkrankung immer mehr entzogen, als dies bei zahlreichen Anastomosen hätte der Fall sein können. Bei der grossen Wichtigkeit aber, welche eine möglichst gleichmässige, ungestörte Ernährung der Netzhaut für die normale Function ihrer nervösen Elemente hat, ist diese ausgesprochene Selbstständigkeit im Blutumlauf für das Netzhautleben von der allerhöchsten Bedeutung.

Die Bedingungen, unter denen die Netzhautgefässe sichtbar werden.

Zwei Momente sind es hauptsächlich, welche ein mehr oder minder deutliches Sichtbarwerden des Netzhautgefässsystems bedingen; das eine ist die Füllung desselben, das andere der zwischen der Färbung des Hintergrundes und der Gefässe herrschende Contrast. Unter gewöhnlichen Verhältnissen ist das Zusammenwirken dieser Beiden ein derartiges, dass etwa die Gefässe 4ter und 5ter Ordnung noch deutlich sichtbar sind; tritt aber eine Aenderung eines jener beiden Factoren ein, so übt dieselbe auch alsbald einen sehr merklichen Einfluss auf das Sichtbarwerden der Netzhautgefässe aus.

Was zuerst die Füllung der retinalen Gefässe betrifft, so macht sich dieselbe sehr deutlich in der verschiedenen Färbung der Arterien und Venen geltend; das hellere arterielle Blut lässt die Arterien gelblichroth bis ziegelroth erscheinen; das dunkle, kohlensäurehaltigere Blut der Venen verleiht denselben einen dunkelrosa bis braunrothen, dem gesättigten Kirschbraun ähnlichen Ton. Je stärker nun die Füllung der Gefässe ist, um so deutlicher wird der ihnen eigenthümliche Farbenton hervortreten, um so schärfer also werden sich dieselben von ihrem Untergrund abheben. Die Hauptstämme mit ihren grösseren Abzweigungen werden somit durch ihren gesättigtern Ton unschwer von dem rothen Hintergrund zu unterscheiden sein, während die kleineren Aeste eine zu unbedeutende Farbenstärke besitzen, um aus ihrer Umgebung

wirksam hervortreten zu können. Die Venen werden wieder durch ihre dunkle Farbennüance viel schärfer und deutlicher in Erscheinung treten, wie die Arterien, welche in ihrer Färbung dem Ton des Hintergrundes ziemlich nahestehen. Der für gewöhnlich intensiv ziegelrothe Hintergrund wird also die Venen als dunkelrosa, die Arterien als hellgelbrothe Bänder erscheinen lassen. Aendert sich die Färbung des Hintergrundes, so wird dies für das Sichtbarwerden der Gefässe natürlich von höchster Bedeutung sein müssen. Je dunkler der Hintergrund wird, um so unkräftiger kann die Färbung der Gefässe zur Geltung kommen, um so weniger werden sie sich also dem Beobachter zeigen. Der Hintergrund scheint dann für den ersten Blick gefässärmer zu sein und erst eine genauere Untersuchung lässt die einzelnen Verzweigungen erkennen. Je heller dagegen die Tönung des Augengrundes wird, um so wirksamer kommt der Farbenton der Gefässe zur Geltung, um so zahlreicher erscheinen dieselben folglich auch. Wird, wie ich dies in meinem Atlas [1]) abgebildet habe, die tiefere Parthie der Netzhaut von einem Infiltrat durchsetzt, während die oberflächlichen, gefässführenden Schichten derselben intact bleiben, so erhält die betreffende Stelle eine grauliche Färbung, verliert ihr früheres Roth gänzlich. Auf diesem grauen Ton müssen natürlich auch die feineren Gefässe deutlicher hervortreten, da ihnen derselbe einen viel erheblicheren Contrast bietet, wie der frühere rothe Ton. Es erscheint somit die erkrankte Stelle mit zahlreichen kleinen, äusserst feinen Gefässen bedeckt, die keineswegs aber als Neubildung aufzufassen sind, sondern eben nur durch die Erhöhung des Contrastes in Erscheinung treten; nimmt die betreffende Hintergrundsstelle wieder ihr gewöhnliches Roth an, so verschwinden damit diese kleinen Gefässe auch sofort.

Localisirt sich das Infiltrat nicht bloss in den tieferen Netzhautschichten, sondern erstreckt sich bis in die oberflächlichsten,

---

1) Magnus. Ophthalmoskopischer Atlas. Leipzig 1872. Tafel V. Figur 4.

so wird die betreffende Stelle sich zwar ophthalmoscopisch auch als graugefärbt präsentiren, doch werden alsdann die Gefässe erheblich an ihrer Deutlichkeit einbüssen. Ist das Infiltrat nur ein leichtes, so wird, wie ich dies öfters beobachtet habe, die hellere Arterie wie umflort erscheinen; ihre Grenzen sind undeutlich, verwaschen; die dunkelrosa Vene dagegen wird durch ein derartiges Infiltrat in ihrer Deutlichkeit nicht geschädigt; ihr kräftiger Farbenton dringt durch das Infiltrat hindurch und kommt so zu voller Geltung. Ist dagegen die Durchtränkung der Netzhaut eine sehr dichte, über grosse Strecken hin verbreitete, so verlieren auch die venösen Gefässe sehr wesentlich an Deutlichkeit. Es sind dann Arterien wie Venen stark geschlängelt und stellenweise völlig dem Beobachter entzogen, sodass sie wie unterbrochen aussehen. Die Erklärung hierfür liegt, wie dies Schweigger[1]) sehr ausführlich beschreibt, darin, dass die Schlängelungen der Gefässe sowohl in der Ebene der Netzhaut wie senkrecht zu derselben liegen; die tieferen Windungen werden durch die getrübte Netzhaut verschleiert, und so scheinen an einzelnen Stellen ganze Stücke des Gefässrohres auszufallen.

Eine ähnliche Erscheinung kommt übrigens öfter auch unter durchaus normalen Verhältnissen zur Beobachtung. Bei brünetten Personen nämlich bietet die Netzhaut um den Sehnerveneintritt herum eine mehr oder minder hochgradige Verdickung dar, welche sich als graulicher, die Papille concentrisch umkreisender Ring kennzeichnet. Im Bereich dieser Zone nun erscheinen die Arterien nicht selten leicht verschleiert, während die Venen kaum eine Beeinträchtigung ihrer Deutlichkeit erfahren.

---

1) Schweigger. Handbuch der speciellen Augenheilkunde. Berlin 1871. p. 447.

Ueber die Vertheilung und den Verlauf der Netzhautgefässe.

Theilen wir den Augengrund durch eine durch die Sehnervenpapille gehende Verticale in zwei seitliche Hälften, so liegt die bei Weitem grössere Hälfte auf der temporalen Seite; sie enthält die Macula lutea. Die innere nasale Hälfte ist um Vieles kleiner. Die äussere temporale Netzhauthälfte nun zeigt der inneren gegenüber einen ganz entschiedenen Reichthum an Gefässen; sowohl zeichnen sich die grösseren Stämme der temporalen Parthie durch ihr mächtigeres Caliber aus, als auch die Zahl der kleineren Aeste 4ter und 5ter Ordnung eine entschieden bedeutendere ist. Es könnte diese Bevorzugung in der Gefässvertheilung vielleicht mit der höheren Functionsfähigkeit der äussern Netzhauthälfte, speciell des gelben Fleckes, zusammenhängen. Das gesteigerte, erhöhte Leben, die bedeutendere Functionsfähigkeit des gelben Fleckes lassen einen reicheren Blutzufluss, einen regeren Stoffwechsel dieser Parthie nach unseren jetzigen physiologischen Anschauungen als leicht verständlich erscheinen. Ganz besonders deutlich tritt dieser Gefässreichthum bei dem hinteren Staphylom in Erscheinung; hier sieht man auf dem glänzend weissen Untergrund nach der Macula lutea hin von der Papille aus diverse kleine feine Gefässchen verlaufen. Auch von den grösseren Hauptstämmen der Netzhautgefässe streben zahlreiche kleine Zweigchen zur Macula lutea hin, welche allerdings unter normalen Bedingungen meist sich den Blicken des Beobachters entziehen.

Der Verlauf der Netzhautgefässe ist im Allgemeinen ein nur wenig geschlängelter, mehr gestreckter. Die 4 grossen arteriellen wie venösen Gefässe, von denen immer je 2 auf einen Netzhautquadranten kommen, verlaufen in einem seichten Bogen, der ungefähr der Diagonale des betreffenden Netzhautquadranten entspricht. Die Convexität dieses Bogens, der übrigens auf der temporalen Hälfte viel entschiedener ausgesprochen ist, wie auf der inneren nasalen, kehrt sich der Peripherie des Augengrundes, die Con-

cavität den centralen Parthien zu. Aus der letzteren entspringen in der äusseren Hälfte des Hintergrundes zahlreiche kleine Gefässreiserchen, welche alle zur Macula lutea hineilend sich kranzförmig um dieselbe gruppiren.

Für gewöhnlich sind ausser dem bogenförmigen Verlauf keine ausgesprochenen Krümmungen oder Schlängelungen an den Netzhautgefässen zu beobachten; erst beim Betreten der Papille zeigen sie öfters sehr scharf ausgeprägte Krümmungen. Besonders pflegt dies dann der Fall zu sein, wenn der Sehnervenquerschnitt stark prominent ist, sei die Prominenz nun physiologischer oder pathologischer Natur; alsdann schwingen sich die Gefässe mit einem mehr minder steilen Bogen auf die Papille hinauf. Auch Unebenheiten im Niveau des Sehnervenendes, wie physiologische oder pathologische Excavationen, bedingen ähnliche Krümmungen und Schlängelungen der Gefässe.

Im Allgemeinen scheinen zwischen Venen und Arterien kaum nennenswerthe Unterschiede in Betreff ihres geschlängelten Verlaufes zu bestehen. Mauthner [1]) meint zwar, dass die Venen stärkere Schlängelungen zeigten, doch scheinen mir dieselben, wie mich eine grosse Reihe von Untersuchungen gelehrt hat, nicht so ausgesprochen zu sein, um sie als besondere Eigenthümlichkeiten den Arterien gegenüber hervorzuheben. Coccius [2]) vindicirt dagegen den Arterien eine stärkere Schlängelung; für gewöhnlich lassen sich aber nicht grössere Differenzen zwischen beiden mit Sicherheit feststellen. Dagegen ist es ausnahmsweise der Fall, dass das eine oder andere Gefässsystem eine sehr ausgesprochene Schlängelung aufweist. So habe ich in meinem Atlas [3]) eine höchst eigenthümliche Schlängelung des retinalen Venensystems abgebildet; die gesammten Venen wiesen in diesem Fall die krausesten und zahlreichsten Windungen und Schlängelungen auf, ähnlich wie wir dies an den varicösen Hautvenen

1) a. a. O. p. 244.

2) Coccius. Ueber die Anwendung des Augenspiegels. Leipzig 1853. p. 4.

3) a. a. O. Tafel IV. Figur 3.

so häufig zu beobachten Gelegenheit haben Auch an den Netzhautarterien zeigen sich ähnliche Schlängelungen und zwar nach meinen Beobachtungen in einer weitaus grösseren Anzahl von Fällen, wie an den Venen. Auffallend war mir, dass Augen, bei denen eine derartige krause Schlängelung der Arterien sich fand, häufig hochgradig hypermetropisch waren. Die unvollkommene, zurückgebliebene Entwickelung der hypermetropischen Bulbi, die es nicht zu einer gehörigen Ausdehnung der verschiedenen Häute derselben kommen lässt, hindert natürlich auch die volle und freie Entfaltung und Ausdehnung der Netzhautgefässe und so könnte dann wohl auch diese eigenthümliche Schlängelung der Arterien entstehen; die Venen zeigen in derartigen Fällen häufig auch eine leichte Schlängelung, doch ist dieselbe der der Arterien gegenüber nur höchst unbedeutend, fehlt nicht selten ganz.

Eine sehr ausgesprochene Schlängelung aller Netzhautgefässe findet sich bei Ablösung der Netzhaut stets im Bereich der abgehobenen Parthien zugleich mit einer dunkelbraunrothen Färbung derselben. Auch bei Oedema retinae kommt eine starke Schlängelung der Gefässe, allerdings meist ohne erhebliche Veränderungen in deren Färbung vor.

Eine besonders deutlich ausgeprägte Streckung der Netzhautgefässe wird bei hinterem Staphylom im Bereich der ectatischen Parthie beobachtet. Die Erklärung hierfür ist in der übermässigen Ausbuchtung und Ausdehnung des hinteren Augenpols zu suchen.

Die grösseren arteriellen wie venösen Gefässstämme entsprechen sich in Zahl und Anordnung ziemlich genau, während die kleineren Verästelungen kaum noch irgend eine Gleichartigkeit erkennen lassen. In jedem Netzhautquadranten laufen die beiden grossen Hauptstämme, Arterie wie Vene, unter den verschiedensten Kreuzungen, bald in unmittelbarster Nähe, bald durch einen grösseren Zwischenraum getrennt neben einander her. Die erste Kreuzungsstelle pflegt fast immer auf der Papille, entweder dicht an der Gefässeintrittsstelle oder am Papillarrand zu liegen,

die zweite in einiger Entfernung vom Sehnervenquerschnitt und die anderen dann weiter nach der Peripherie des Augengrundes zu. Zumeist finden sich nicht mehr wie 2 bis 3 Kreuzungsstellen, doch mehren sich in einzelnen Fällen dieselben so, dass es den Anschein gewinnt, als wären beide Gefässe spiralig um einander gewunden. Welches Gefäss bei der Kreuzung das oberflächliche und welches das tiefer liegende ist, lässt sich im Allgemeinen nicht bestimmen. Bald zieht die Vene über die Arterie hin, bald liegt wieder die Vene unten und die Arterie streicht über sie hin; eine bestimmte Regel erzielten meine Untersuchungen hierfür nicht. Während durch die Kreuzung in den peripheren Netzhautparthien immer nur kleine Stücke des Gefässrohres durch das darüber fortziehende Gefäss verdeckt werden, decken sich auf der Papille nicht selten grössere Abschnitte der Gefässe vollkommen, sodass es den Anschein gewinnt, als ob eine Arterie, wenn nämlich grade die Vene das deckende Gefäss ist, in eine Vene, oder umgekehrt, münde. Tafel 1. Figur 4.

Die ophthalmoskopisch zu Tage tretenden Gefässe liegen, wie bekannt, in der Nervenfaserschicht der Retina. Diese ziemlich oberflächliche Lage sichert ihnen gegen etwaige pathologische Processe, die sich in der Aderhaut, oder den tieferen Schichten der Netzhaut selbst abspielen, eine gewisse Immunität. Es wird dadurch die Ernährung der gesammten Retina, welche bei einer Betheiligung der Gefässe an den krankhaften Vorgängen mehr oder weniger gestört werden müsste, wenigstens relativ gesicherter sein, als bei einem tieferen, der Aderhaut benachbarten Verlauf der Gefässe dies hätte der Fall sein können.

Auch für Beurtheilung des Sitzes der Netzhautblutungen ist die Lage der Gefässe in der Nervenfaserschicht von hoher Wichtigkeit. Kleinere Blutungen nämlich, welche auf die Faserschicht beschränkt bleiben, haben eine eigenthümliche, spindel- oder strichförmige, meist mit ihrer langen Axe zur Papille radiär gestellte Form. Durchsetzen die Blutungen auch die anderen Schichten der Netzhaut, oder fliessen verschiedene kleine zu einem grösseren

Heerde zusammen, so geht jene strichförmige Gestalt augenblicklich verloren, und der Erguss hat jetzt eine unregelmässige Form. Besonders scharf und deutlich findet man die strich- und spindelförmigen Extravasate bei Retinitis Morbus Brightii. Es ist diese Eigenthümlichkeit der Extravasate für die ophthalmoskopische Diagnose des Morbus Brightii von nicht zu unterschätzender Bedeutung. In einzelnen Fällen von Netzhautaffection bei Nierenerkrankung sind nämlich diese strich- und spindelförmigen Extravasate die Hauptveränderungen, welche der Augengrund darbietet; die Structurveränderungen der Netzhaut selbst treten dabei so in den Hintergrund, sind so unbedeutend, dass man sie leicht übersehen kann. Es beschränken sich dieselben in solchen Fällen nur auf einzelne kleine gelbliche Flecken. Man sollte im Hinblick auf derartige Formen jeden Fall, der spindelförmige Netzhautextravasate ophthalmoskopisch erkennen lässt, genau auf Morbus Brightii untersuchen. Blutungen, welche die Macula lutea direct treffen, zeigen nach meinen Beobachtungen niemals eine strich- oder spindelförmige Gestalt, vielmehr sind dieselben immer unregelmässig zackig oder rundlich. Der Grund hierfür ist in dem Mangel einer zusammenhängenden Lage von Nervenfasern am gelben Fleck zu suchen.

Die Färbung der Netzhautgefässe.

Die Netzhautgefässe unterscheiden sich, wie wir schon Seite 6 gesehen haben, durch ihre Farbe sehr deutlich in Arterien und Venen. Die Arterien erscheinen als hellrothe, schmälere Fäden, die von dunkleren Rändern umsäumt sind; ihre Färbung kann zwischen einem sehr hellen Gelbroth und einem allerdings auch nur wenig gesättigtem Ziegelroth schwanken. Es sind diese Schwankungen im Farbenton theils auf die Färbung des arteriellen Blutes, theils auf die des Hintergrundes zurückzuführen. Eine Differenz in der Färbung findet sich meist an demselben arteriellen Rohr in seinem peripheren und papillaren Theil. Der letztere erscheint

in der Regel heller, hat ein viel weniger ausgesprochenes Roth. Die weissliche Papille mischt ihm nämlich einen Ton Weiss bei und lässt ihn somit in einer helleren Nüance erscheinen, wie den der Netzhaut angehörigen Gefässabschnitt. An der Austrittsstelle aus dem Nerv tritt dann meist wieder eine circumscripte dunklere Färbung auf, die sich durch die Biegung erklärt, mit welcher die Arterien aus der Papille heraustreten.

Die Venen erscheinen stets in einem dunkelrosa bis kirschbraunem Ton, der sich bei scharfen Knickungen und Biegungen des Gefässrohres noch erheblich verdunkelt, wie dies besonders die Schlängelungen bei Oedem der Netzhaut, bei Neuritis u. s. w. deutlich zeigen. Auf der Papille dicht an der Eintrittsstelle in dieselbe pflegt meist eine solche locale Verdunkelung aufzutreten. Eine dunklere Randfärbung wie bei den Arterien ist wohl auch vorhanden, aber meist nur sehr schwach angedeutet; ebenso zeigt der papillare Gefässtheil eine nur schwache Abtönung, die lange nicht so ausgesprochen ist, wie bei den Schlagadern. Am deutlichsten ist dieselbe übrigens bei physiologischen oder pathologischen Excavationen ausgeprägt.

Nicht selten findet sich auf Arterien wie Venen ein centraler, weisser Streif, der aber nur den grösseren Gefässstämmen eigenthümlich ist, und sich gegen die Peripherie hin bald verliert. Es wird derselbe auf einen Reflex in den Gefässwandungen zurückgeführt.

Ueber den Füllungsgrad der Netzhautgefässe.

Die Füllung des Netzhautgefässsystems, der Arterien sowie der Venen, unterliegt zwar genau denselben Gesetzen wie die der anderen Gefässe des Organismus, doch übt der intraoculäre Druck auf dieselbe einen sehr wesentlichen Einfluss aus. Da nun aber grade dieser Druck durchaus keine bestimmte, constante Grösse

ist, vielmehr den mannigfachsten Schwankungen unterliegt, so wird demgemäss natürlich auch der retinale Circulationsapparat an diesen Schwankungen eine lebhafte Betheiligung zeigen müssen. Die bekannten Phänomene des Venen- und Arterienpulses finden in diesen Druckdifferenzen ihre Erklärung und bieten grade für die Beurtheilung der Drucksteigerung ein höchst wichtiges diagnostisches Hülfsmittel. Der Spannungsgrad des Bulbus erfährt, wie wir jetzt wissen, durch die Accommodationsthätigkeit eine nicht unerhebliche Steigerung, welche sich nach den classischen Beobachtungen von Coccius[1]) auch an den Netzhautgefässen ausspricht. Die kleinern arteriellen Zweige verlieren nämlich bei Accommodation für die Nähe ihre scharfen Contouren und die Papilla optica wird zugleich etwas heller, Erscheinungen, die Coccius mit Recht auf den erhöhten intraoculären Druck zurückführt, welcher die kleineren Gefässstämmchen comprimirt. Bei Entspannung der Accommodation tritt dann ein Anschwellen auch der grösseren Venenstämme ein, sodass sie eine bedeutend stärkere Anfüllung aufweisen, wie während der Accommodationsthätigkeit. Ich muss diese Beobachtungen durch meine Untersuchungen durchaus bestätigen. Es gelang mir zwar nicht in allen Fällen, jene Vorgänge an den Netzhautgefässen zu beobachten, doch konnte ich dieselbe bei einzelnen Individuen mit grosser Sicherheit constatiren. Besonders auffällig tritt nach meinen Erfahrungen diese Volumenzunahme der retinalen Gefässe hervor, wenn die Accommodation künstlich durch Atropin gelähmt wird; alsdann pflegen die Gefässe, und zwar ganz besonders die Venen, eine ziemlich ausgesprochene Erweiterung zu zeigen; Schneller[2]) war wohl der erste, welcher auf diese Erscheinung aufmerksam machte.

Ganz analoge Erscheinungen bedingt übrigens auch die Respiration. Mit beginnender Inspiration tritt nämlich ein Abschwel-

---

1) Coccius. Der Mechanismus der Accommodation des menschlichen Auges. Leipzig 1868. p. 74.

2) Arch. f. Ophth. B. III. Abth. 2. p. 95.

len der Venen ein, um mit der Exspiration wieder einer stärkeren Anfüllung zu weichen [1]).

Gegenüber diesen physiologischen Schwankungen in der Blutfülle des retinalen Circulationsapparates, scheint den pathologischen Veränderungen desselben, insofern sie nicht auf organische Destructionen in den Geweben des Bulbus zurückzuführen sind, kein ausgiebiger Spielraum gestattet zu sein. Eine reine essentielle Hyperämie der Netzhautgefässe ohne Erkrankung in irgend einem Organe des Bulbus dürfte nach Schweigger [2]) kaum existiren. Der intraoculäre Druck [3]) scheint gegen solche Fluxionen zu den Netzhautgefässen der sicherste Schutz zu sein. Stets lässt sich bei deutlich ausgeprägter Netzhauthyperämie die veranlassende Ursache in einer Erkrankung irgend eines Bulbustheiles, oder in einer Affection des gesammten Gefässapparates überhaupt entdecken.

Dasselbe gilt wohl auch von der Netzhautanämie, doch scheint nach den Angaben Jackson's [4]) eine arterielle Anämie, bedingt durch einen Krampf der Gefässe in seltenen Fällen aufzutreten. Ein sicher beobachteter ophthalmoscopischer Befund stützt aber diese Ansicht vor der Hand noch nicht.

Uebrigens gehört grade die richtige Beurtheilung des Füllungszustandes der Netzhautgefässe zu den schwersten Aufgaben der Ophthalmoskopie. Es sind die individuellen Schwankungen in der Blutmenge der Netzhaut so ausgiebig, die Grenze zwischen Pathologisch und Physiologisch grade in diesem Punkt so wenig fest und sicher, dass es in dem einzelnen Falle meist unmöglich wird, mit apodictischer Gewissheit die Natur des Füllungszustandes zu beurtheilen. Bei einseitiger Affection kann nur der Vergleich mit dem gesunden anderen Auge dem Untersucher zu einem richtigen Urtheil verhelfen; während bei beiderseitiger Erkrankung nur eine

---

1) Coccius. Ophthalmometrie und Spannungsmessung am kranken Auge. Leipzig 1872. p. 33.

2) a. a. O. p. 426.

3) Donders. Arch. f. Ophth. B. 1. Abth. 2. p. 91.

4) Jackson. Ophthalmic Hospital. Reports IV. 1.

sehr eingehende, öfters wiederholte Untersuchung unter gleichzeitiger genauer Berücksichtigung aller übrigen Momente, vor Allem des Zustandes des gesammten Gefässapparates, ein einigermassen verlässliches Urtheil sichern kann.

Aneurysmatische Erweiterungen der Netzhautarterien scheinen zu den grössten ophthalmoscopischen Seltenheiten zu gehören. Mir ist nur die Abbildung eines einzigen derartigen Falles bei Martin[1]) bekannt, doch ist dieselbe so ungenau und wenig verlässlich entworfen, dass ihr kaum ein wissenschaftlicher Werth beizumessen ist.

Den schwer wiegendsten und bedeutendsten Einfluss auf die Blutfülle der Netzhaut, auf den Füllungszustand ihrer Gefässe übt ohne Zweifel der Sehnerv aus. Das anatomische Verhalten dieses Nervenstammes zu den Centralgefässen lässt das Wechselverhältniss, in welchem beide zu einander stehen müssen, äusserst durchsichtig erscheinen. Der Stamm des Nervus opticus birgt, wie bekannt, in seiner dem Bulbus benachbarten Zone die beiden Hauptgefässe der Netzhaut, die Arteria und Vena centralis, während sein mehr nach dem Gehirn zu in dem hinteren Abschnitt der Orbita gelegener Theil gefässfrei ist. Alle krankhaften Processe, welche den Sehnerv in seiner gefässführenden vorderen Hälfte angreifen, werden demnach sehr leicht einen directen Einfluss auch auf die in ihm verlaufenden Netzhautgefässe gewinnen können, während Erkrankungen des hinteren Abschnittes oder gar der centralen Parthien für sich allein nie einen unmittelbaren Einfluss auf die Circulation der Retina auszuüben im Stande sind.

Alle entzündlichen oder destruirenden Processe des Nervus opticus, welche zu einer Durchtränkung desselben mit Serum, zu einer Auflockerung und Quellung seiner Fasern führen, werden rein mechanisch einen comprimirenden und strangulirenden Einfluss auf die Netzhautgefässe gewinnen und somit als Coeffect eine Veränderung im retinalen Blutlauf nothwendig hervorrufen müssen,

---

1) Martin. Atlas d'ophthalmoskopie. Paris. 1866. Tafel 7. Figur 7.

welche sich ophthalmoskopisch als arterielle Anämie und venöse Hyperämie präsentiren wird. Auch ausserhalb des Nervenstammes sich abspielende pathologische Processe, wie Tumoren, Abscesse, Entzündungen des umgebenden Orbitalfettes u. s. w., werden, sobald sie den unmittelbaren retrobulbären Sehnervenabschnitt in Mitleidenschaft ziehen, zu denselben Consequenzen führen, wie Erkrankungen des Nerven selbst. Localisirt sich der krankhafte Vorgang in der Schädelhöhe in den centralen Theilen des Opticus oder in seinem retrobulbären, gefässfreien Abschnitt, so werden die Netzhautgefässe eine directe Betheiligung durch unmittelbaren Einfluss der krankhaften Producte nicht erleiden, da ihre Hauptstämme dem Heerd der Erkrankung ja entrückt sind; dagegen können Tumoren, Apoplexien, Entzündungen im Cerebrum oder ähnliche von den Gehirnhäuten ausgehende Processe einen indirecten Einfluss auf die Gefässe der Netzhaut ausüben. Die bei derartigen Erkrankungen der centralen Organe beobachteten Veränderungen im Circulationsapparat der Netzhaut sowie am Opticus erklären sich nämlich nach den Untersuchungen von Manz[1]), Schmidt[2]) und Schwalbe[3]) durch eine Strangulation des unmittelbaren retrobulbären Nervenabschnittes in Folge von in die Nervenscheiden hingestauter cerebro-spinaler Flüssigkeit. Doch ist diese Betheiligung der Netzhautgefässe bei Gehirnerkrankungen durchaus nicht in allen Fällen zu beobachten, vielmehr sehr häufig bei recht ausgesprochenen derartigen Leiden zwar eine Atrophie des Sehnerven, aber keine Aenderung im Blutleben der Netzhaut zu constatiren. Solche Fälle habe ich selbst zu den verschiedensten Malen beobachtet und auch in meinem Atlas[4]) abgebildet. Mauthner[5])

---

1) Manz. Experimentelle Untersuchungen über die Erkrankungen des Sehnerven in Folge von intracraniellen Krankheiten. Arch. f. Ophth. B. XVI. Abth. 1. p. 265.

2) Schmidt. Zur Entstehung der Stauungspapille. Arch. f. Ophth. B. XV. Abth. 2.

3) Schwalbe. Untersuchungen über die Lymphbahnen des Auges, im Archiv für mikroskopische Anatomie von M. Schultze. B. VI. p. 621.

4) a. a. O. Tafel III. Fig. 1. 2. 3.

5) a. a. O. p. 295.

gedenkt derselben gleichfalls, sowie auch Jäger [1]) derartige Abbildungen bringt. Ebenso findet sich in dem neusten, schon oben citirten Aufsatz Leber's erwähnt, dass öfters Decolorationen der Papille mit völlig intactem Netzhautgefässsystem zur Beobachtung gelangten. Auch in der Journalliteratur zerstreut werden hier und da einschlägige Fälle erwähnt, so von Norris [2]) u. a. Bei Sous [3]) habe ich die Beschreibung eines derartigen Symptomencomplexes völlig vermisst. Das Krankheitsbild solcher Sehnerv-Erkrankungen ist in der Regel folgendes. Die Patienten bemerken unter heftigem Kopfschmerz und Schwindel eine allmähliche Abnahme des Sehvermögens, die sich bis zur absoluten Amaurose steigern kann. Der Augenspiegel zeigt dabei eine sehr typische, ausgeprägte Entfärbung der Papille ohne jede Betheiligung der Netzhautgefässe. Dieselben zeigen in keiner Weise irgend eine Theilnahme an der Atrophie des Sehnerven. Derartige Sehnervenatrophien, welche übrigens Mauthner nicht als Atrophie bezeichnet wissen will, zeigen recht deutlich, in welch' hohem Grade das retinale Gefässsystem sich seine Selbstständigkeit gegenüber krankhaften Processen, welche es nicht direct angreifen, zu wahren weiss. Es besitzt also der Arzt in dem Zustand des Circulationsapparates der Netzhaut bei Amblyopien und Amaurosen ein sehr bedeutsames, kritisches Moment für die Beurtheilung des Sitzes der Krankheit; unter gleichzeitiger Berücksichtigung des Gesichtsfeldes, soweit sich dasselbe eben noch untersuchen lässt, wird die Angriffsstelle des pathologischen Vorganges immer mit relativ hoher Sicherheit festgestellt werden können. Eine einseitige Sehnervenatrophie, bei welcher beide Hälften des Gesichtsfeldes in gleicher Weise amblyopisch sind, aber ohne Betheiligung der Netzhautgefässe wird den Sitz der Erkrankung im retrobulbären gefässfreien Abschnitt des Opticus bis an das Chiasma hin suchen lassen. Ist dagegen nur eine Hälfte des Gesichtsfeldes amaurotisch, so kann der Angriffspunkt der Krank-

---

1) Jäger. Ophthalmoskopischer Handatlas. Wien 1861. Tafel IX. Fig. 45.

2) Norris. Philad. med. Times II. 31. 1872.

3) Sous. Manuel d'Ophthalmoskopie. Paris 1865.

heit, nach unseren heutigen physiologischen Anschauungen, immer nur jenseits des Chiasmas gesucht werden. Zu ähnlichen Reflexionen über das Verhalten der Netzhautgefässe zu den extrabulbären Amblyopien ist übrigens schon Schneller [1]) gekommen. Treten also bei Amblyopien Veränderungen an den Netzhautgefässen auf, welche in den ersten Stadien als venöse Hyperämie und arterielle Anämie, in den späteren Phasen der Erkrankung meist als ausgesprochene Gefässatrophie sich präsentiren, so liegt immer eine directe Betheiligung des gefässführenden, unmittelbar am Bulbus befindlichen Nervenstammes zu Grunde, sei es nun, dass die Erkrankung diesen Theil direct ergriffen hat, sei es dass als Coeffect eines Centralleidens die cerebro-spinale Flüssigkeit den Opticus in seinem vordersten Abschnitt comprimirt und strangulirt. Sind bei Amblyopien dagegen keinerlei Gefässalterationen zu constatiren, trotzdem vielleicht die Sehnervenpapille eine sehr ausgeprägte Atrophie zeigt, so ist der Sitz der Krankheit nur im hintersten, gefässfreien Ende des Nervus opticus oder in den Centralorganen selbst zu suchen.

Auf die bei einzelnen Formen von Retinitis eintretenden Veränderungen der Gefässwandungen kann ich hier nicht näher eingehen. Es mag genügen, darauf hinzuweisen, dass derartige Veränderungen sich häufig ophthalmoskopisch als weissliche Streifen längs der Gefässe hinlaufend präsentiren. Liebreich [2]) und Mauthner [3]) haben derartige ophthalmoskopische Befunde sehr eingehend behandelt.

Schema für die Vertheilung der Gefässe über die Netzhaut.

Die Netzhaut empfängt im Allgemeinen ihr Blut aus 5 grösseren und 2 kleineren Arterien, denen die gleiche Anzahl Venen

---

1) Schneller. Beiträge zur Kenntniss der ophthalmoskopischen Befunde bei extrabulbären Amblyopien und Amaurosen. Arch. f. Ophthl. B. VII. Abth. 1. p. 70—92.

2) Liebreich. Klinische Monatsblätter 1864.

3) a. a. O. p. 320 u. 328.

ziemlich genau zu entsprechen pflegt. Die Entwickelung dieser Gefässe aus dem Sehnervenquerschnitt, ihr Aus- und Eintritt in denselben zeigt verschiedene Schwankungen, welche aber leicht sich in 4 Hauptformen einreihen lassen. Die 4 Hauptarterien, welche der Netzhaut Blut zuführen, versorgen je einen Quadranten derselben. Die der äusseren, temporalen Hälfte des Augengrundes angehörigen sind meist, wie ich schon früher angedeutet habe, von entschieden stärkerem Caliber, wie die der nasalen Hälfte. Die mittlere horizontale Zone der Retina besitzt in ihrer inneren Hälfte eine eigne Arterie mittleren Calibers, Arteria mediana, während die äussere zumeist durch 2 kleine zur Macula lutea hinziehende Gefässstämmchen, Arteria macularis superior und inferior gespeist wird. Die mittlere verticale Zone der Netzhaut wird nicht durch eigne, selbstständige Gefässe, sondern durch grössere Aeste der Hauptarterien versorgt. Die 4 grossen arteriellen Stämme habe ich einfach nach ihrer topographischen Lage benannt und zwar die der äusseren temporalen Hälfte als Arteria temporalis retinae superior und inferior; die der inneren nasalen Parthie zugehörigen als Arteria nasalis retinae superior und inferior; die zwischen Art. nasalis superior und inferior hinziehende, die mittlere, horizontale Zone speisende Arterie als Arteria mediana retinae. Es ergiebt sich hiernach also für die Vertheilung der Gefässe über den Augengrund folgendes Schema:

Aeusserer oberer Quadrant.	Arteria temporalis retinae superior.
Aeusserer unterer Quadrant.	Arteria temporalis retinae inferior.
Zwischen beiden Quadranten liegende horizontale mittlere Zone mit der Macula lutea.	Arteria macularis superior. Arteria macularis inferior.
Innerer oberer Quadrant.	Arteria nasalis retinae superior.
Innerer unterer Quadrant.	Arteria nasalis retinae inferior.

Zwischen beiden Quadranten liegende horizontale mittlere Zone.	Arteria mediana retinae.
Zwischen den beiden seitlichen Netzhauthälften liegende verticale mittlere Zone.	Ramus primus der Arteria temporalis retinae superior und inferior.

Genau dieselbe Eintheilung gilt auch für die rückleitenden venösen Gefässe. Bevor wir aber dieses Schema für die einzelnen Verästelungen weiter ausarbeiten dürfen, müssen wir erst ihr Verhalten zur Papilla optica einer eingehenderen Prüfung unterwerfen.

Anordnung der Netzhautgefässe auf der Papilla optica.

Die Gefässein- und austrittsstelle auf dem Sehnervenquerschnitt bietet zwar die verschiedensten Variationen dar, doch lässt sich, wenn man eine grosse Reihe derartiger Untersuchungen mit einander vergleicht, diese scheinbar so grosse Formenfülle mit Leichtigkeit und ohne Zwang in 4 Hauptformen zerlegen.

Das beste Criterium für eine natürliche, ungezwungene Zerlegung und Eintheilung dieser Verhältnisse bietet die Theilung der Centralgefässe, der Arterie wie Vene, in ihre peripherischen Netzhautstämme. Verfahren wir nach diesem Princip, so ergeben sich eigentlich von selbst folgende 4 Haupttypen:

Erste Form.

Die Arteria centralis retinae tritt ungetheilt aus der Papilla optica, verläuft auf derselben ein mehr minder langes Stück ungetheilt und spaltet sich dann in 2 Aeste, Arteria papillaris superior et inferior, aus welchen sich die Arteriae temporales und nasales entwickeln (Tafel 1. Figur 1.).

Zweite Form.

Die Arteria centralis retinae theilt sich unmittelbar nach ihrem Austritt aus der Papille in 2 Aeste, welche wie ein schmales, rothes Band in mehr oder weniger ausgesprochener verticaler Richtung über

die Papille hinziehen. Die Theilungsstelle ist nicht sichtbar, höchstens als dunklerer rother Punkt auf dem Centrum des Gefässbandes markirt. (Tafel 1. Figur 2.)

Dritte Form.

Die Arteria centralis retinae theilt sich schon tief im Stamm des Nervus opticus und tritt somit in 2 getrennten Hauptästen, aus welchen die oberen und unteren Netzhautarterien sich entwickeln, aus der Papille zu Tage. (Tafel 1. Figur 3.)

Es scheint dies eine der häufigsten Varianten zu sein.

Vierte Form.

Die Arteria centralis retinae zerfällt im Stamm des Nervus opticus in die 4 grossen Hauptgefässe der Netzhaut, welche als gesonderte Aeste schon aus der Papille austreten. (Tafel 1. Figur 4.)

Neben den grossen Gefässstämmen, welche sich in einer der 4 soeben geschilderten Gruppen auf der Papille anordnen, treten häufig noch kleinere Aestchen aus den peripherischen Parthien der Papille, oder gar hart am Papillarrand direct aus dem Augengrund heraus. Donders[1]) meint, dass derartige kleine Gefässchen gar nicht von den Centralgefässen entspringen, vielmehr schon im Stamm des Opticus gesondert als selbsständige Aestchen verlaufen. Nach Leber[2]) gehören sie in nicht seltenen Fällen dem Scleroticalgefässkranz an.

Auf das sehr wechselnde Verhalten der Arteriae maculares zu diesen 4 Hauptformen kommen wir im Lauf unserer Untersuchung nochmals zurück.

Genau dieselben 4 Grundformen zeigen übrigens auch die Venen. Aus diesen 4 Hauptformen der Arterien und 4 Grundtypen der Venen construiren sich nun je nach der Zusammenstellung der einzelnen unter einander die verschiedensten Formen,

---

1) Donders. Ueber die sichtbaren Erscheinungen der Blutbewegung im Auge. Arch. f. Ophth. B. I. Abth. 2. p. 87.

2) Archiv f. Ophth. B. XI. Abth. 1. p. 6.

deren Beschreibung aber, da sie eigentlich selbstverständlich sind, nicht thunlich erscheinen dürfte.

Die Stelle, an der die Gefässe auf dem Sehnervenquerschnitt aus- und eintreten, findet sich als ein mehr oder minder ausgesprochener kleiner Trichter oder Grube entweder fast im Centrum der Papille, oder was das gewöhnlichste Vorkommen zu sein pflegt, excentrisch gelagert und zwar dem inneren nasalen Rand des Sehnerven näher gerückt. Weitaus in der grössten Mehrzahl der Fälle benutzen alle Gefässe diesen Trichter in gleicher Weise, um aus dem Nervus opticus in die Netzhaut zu gelangen oder umgekehrt. Bisweilen jedoch besitzt sowohl das venöse wie arterielle System einen besonderen Gefässtrichter. Theilen sich die Centralgefässe schon tief im Stamm des Opticus, so kann natürlich von einer allen Gefässen gemeinsamen Aus- und Eintrittsstelle nicht die Rede sein.

So lange die Papilla optica keine, oder doch nur geringe Niveaudifferenzen aufzuweisen hat, lassen sich diese Verhältnisse der ein- und austretenden Gefässe, sowie die von mir aufgestellten 4 Grundformen mit dem Augenspiegel ohne Schwierigkeit bis in ihre kleinsten Details verfolgen; sobald sich aber grössere Unebenheiten im Niveau der Papillenoberfläche geltend machen, entziehen sich jene Verhältnisse einer genauen Beobachtung mit dem Augenspiegel allein fast völlig. So können wir bei den Excavationen des Sehnerven, sowohl den auf glaucomatöser Grundlage beruhenden, wie auch den rein physiologischen, eine genaue Differenzirung der ein- und austretenden Gefässe fast nie ermöglichen.

Verhalten der einzelnen Netzhautgefässe[1].

Arteria centralis retinae.

Dieselbe entzieht sich meist durch ihre Lage im Stamm des Nervus opticus der ophthalmoskopischen Untersuchung fast gänz-

1) Vergleiche die sehr gute Abbildung der Netzhautgefässe bei Donders. Arch. f. Ophth. B. I. Abth. 2. Tafel III. Figur 7.
Liebreich. Atlas der Ophthalmoscopie. Berlin 1863. Tafel 1.

lich, ebenso wie die gleichnamige Vene; die letztere soll übrigens nach Donders[1]) nur eine kurze Strecke hin mit der Arterie gemeinsam im Nerven verlaufen, dann bald sich von ihr trennen und den Nerven verlassen, während die Centralarterie erst in einer Entfernung von 5 Millim. hinter der Sclera aus dem Stamm des Nerven hervor in die Orbita tritt. In einzelnen Fällen jedoch erscheinen sowohl die Vena wie Arteria centralis auf der Papille sichtbar, Tafel 1. Figur 1, sei es nun, dass sie in Wirklichkeit aus dem Gefässtrichter des Sehnervenquerschnittes auftauchen, oder dass die Fasern der Papille eine ganz besondere Durchsichtigkeit besitzen, welche gestattet in den Nerven ein Stück hinein und so die Centralgefässe zu sehen; Jäger's[2]) scheinbare Excavation. Bald nach dem Austritt aus dem Sehnervenquerschnitt theilt sich die Arteria centralis in 2 Aeste, von denen der eine nach oben, der andere nach unten strebt, um sich entweder noch auf der Papille, oder wenigstens dicht an ihrem Rand in 2 grosse Stämme, die Arteria temporalis und nasalis retinae zu spalten. Man kann die beiden primären Stämme, in welche die centrale Schlagader zerfällt, als besondere Gefässe unter dem Namen Arteria papillaris superior et inferior auffassen. (Tafel 1. Figur 1.) Aus diesen Arteriae papillares entwickelt sich nicht selten eine kleine Arteria macularis.

Arteria temporalis retinae superior.

Es ist dies ein stattliches, grosses Gefässrohr, welches den äusseren oberen Netzhautquadranten versorgt und in einem mehr minder steilem Bogen um die Macula lutea herum gegen die Peripherie der Netzhaut hinzieht, um sich in kurzer Entfernung hinter dem gelben Fleck in 3—4 Aeste geringeren Calibers aufzulösen. Die concave, der Macula zugekehrte Seite entsendet 3—4 kleinere, ophthalmoskopisch sehr deutliche Aestchen gegen die Stelle des deutlichen Sehens; unter denen sich nicht selten auch die Arteria

1) a. a. O. p. 86.

2) Jäger. Ueber die Einstellungen des dioptrischen Apparates im menschlichen Auge. Wien 1861. p. 38.

macularis superior befindet. Die convexe, der Peripherie zugekehrte Seite besitzt 4—5 Zweige, von denen der erste, den ich als Ramus primus bezeichnen will, sich durch seine Grösse besonders auszeichnet. Es ist dieser Ramus primus ein nicht unbeträchtliches Gefäss, von ziemlich gestrecktem Verlauf, das entweder noch auf der Papille oder in der Netzhaut aus seinem Muttergefäss hervortritt und in grader Richtung nach oben ziehend die zwischen oberen äusseren und oberen inneren Quadranten gelegene verticale Zone des Augengrundes versorgt. In einzelnen Fällen tritt dieses Gefäss auch als selbstständige Arterie direct aus der Papille hervor, oder kommt aus der Art. nasalis superior.

Die Vena temporalis superior entspricht der gleichnamigen Arterie und deren Verzweigungen ziemlich genau. Sie zieht mit derselben gleichfalls um die Macula herum, wobei bald die Vene bald die Arterie die innere Seite dieses Bogens behauptet. Im Allgemeinen scheint mir übrigens die Vene mehr der inneren Seite dieses Gefässbogens anzugehören, also dem gelben Fleck näher zu liegen, wie die betreffende Arterie.

Arteria temporalis retinae inferior.

Es ist ein Gefäss, welches in Grösse und Verlauf genau der Art. temp. superior entspricht; sowohl die zur Macula wie zur Peripherie ziehenden Aeste gleichen denen jener Schlagader völlig. Der äussere untere Netzhautquadrant wird, wie dies schon ihr Name zeigt, von ihr versorgt. Im Verein mit der Art. temp. sup. bildet sie um den gelben Fleck einen weiten Gefässkranz, dessem Centrum aber der gelbe Fleck nicht ganz genau entspricht.

Wenn eine Arteria papillaris superior und inferior sich findet, so entspringen diese beiden Art. temporales stets aus ihnen; fehlt dagegen jede Andeutung der Papillararterien, so treten die Temporalschlagadern der Netzhaut direct als selbstständige Gefässe aus dem Sehnervenquerschnitt.

Arteria nasalis retinae superior.

Diejenige Hauptarterie, welche den inneren oberen Netzhautquadranten sein Blut zuführt, habe ich mit diesem Namen bezeich-

net. Sie ist von entschieden kleinerem Caliber, wie die temporalen Gefässe, verläuft auch nicht mit einem so ausgesprochenen Bogen wie jene, vielmehr gestreckter, mehr der Diagonale ihres Quadranten entsprechend. Ihr Vorkommen ist übrigens durchaus kein so constantes, wie das der temporalen Schlagadern; sie kann vielmehr völlig fehlen und durch 3 oder 4 kleinere Aeste, die aus der Art. temp. sup. oder aus der Art. papillaris superior sich entwickeln, vertreten werden. Auch ihr Ursprung zeigt viele Schwankungen; bald kommt sie aus der Papillararterie, bald als selbstständiges Gefäss direct aus der Papille, bald als Ast der Art. temp. sup. aus deren convexen Seite. Bald nach ihrem Ursprung theilt sie sich in mehrere kleinere Aeste, die sich über die verschiedenen Parthien des betreffenden Netzhautquadranten verbreiten. Sie steht übrigens zu dem Ramus primus der Art. temp. sup. in einem gewissen Wechselverhältniss; ist dieser nämlich stark entwickelt, mit zahlreichen Seitenästen versehen, so pflegt meistens die Art. nasalis sup. ein schwächliches, unbedeutendes Gefäss zu sein, und ebenso umgekehrt. Bisweilen ist der Ramus primus sogar ein Ast von ihr selbst.

Arteria nasalis retinae inferior.

Von ihr gilt genau dasselbe wie von der vorigen, nur dass ihr Weg sie nach unten zum inneren unteren Netzhautquadranten führt. Im Verein mit ihrem Gespann, der Art. nas. sup., bildet sie keinen so ausgesprochenen Gefässkranz, wie wir dies auf der äusseren Netzhauthälfte gefunden haben.

Arteria mediana retinae.

Gehört der inneren Netzhauthälfte an, deren horizontalen mittleren, zwischen beiden Quadranten gelegenen Theil sie ernährt. Es ist ein ziemlich stattliches Gefäss, das in mehr oder weniger ausgesprochener horizontaler Richtung von der Papille aus nach der Netzhautperipherie hinzieht. Ihr Ursprung bietet verschiedene Varianten; entweder tritt sie aus der Art. nasal. sup. oder inf. als erster Ast derselben zu Tage, oder sie taucht direct aus

der Papille selbst auf. Meist existirt übrigens nur eine grössere Art. mediana, 2 an Umfang gleiche mächtige Stämme habe ich selten beobachtet, wohl aber einen grösseren und einzelne kleinere, oder nur 3 — 5 kleinere Aestchen und gar keine eigentliche Mediana. Die kleineren Schlagadern, welche vicariirend für sie eintreten, sind zumeist Aeste der Papillar- und Nasalarterien.

Arteriae maculares.

Die zwei Arteriae maculares superior und inferior sind gleichsam die Antipoden der vorigen, indem sie von der Papille nach der mittleren Zone der äusseren Netzhauthälfte, also zum gelben Fleck, hinziehen. Ihr Ursprung auf der Papille lässt sie in vielen Fällen als selbstständige Gefässchen erscheinen, während sie auch Aeste der Temporal- oder Papillararterien sein können. Ihr Verlauf ist ein leicht bogenförmiger; Verästelungen lassen sich für gewöhnlich kaum an ihnen beobachten. An Caliber sind sich beide meist gleich, doch kommt auch ein entschiedenes Ueberwiegen der Einen in Grösse und Entwickelung vor. Ein Verschmelzen beider zu einem grösseren direct nach der Macula ziehenden Gefässstamm habe ich nie beobachtet.

Die Venen entsprechen den geschilderten Verhältnissen so genau, dass eine besondere Beschreibung derselben nicht erforderlich sein dürfte.

Erklärung der Tafeln.

Tafel 1.

Das Verhalten der Netzhautgefässe auf der Papilla optica in den 4 Hauptformen.

A. p. Arteria papillaris.
A. t. s. Art. temporalis superior.
A. t. i. ,, ,, inferior.
A. n. s. ,, nasalis superior.
A. n. i. ,, ,, inferior.
A. m. ,, mediana.
A. m. i. ,, macularis inferior.
A. m. s. ,, macularis superior.
R. p. Ramus primus.

Für die Venen gelten dieselben Bezeichnungen.

Figur 1. Papille mit Gefässen aus dem linken Auge einer 29jährigen Frau.

Es besteht eine ziemlich grosse Arteria centralis retinae, eine kleinere Vena centralis. Die Theilung beider in die Vasa temporalia und nasalia zeigt nichts auffallendes.

Die Vena nasalis inferior (V. n. i.) ist auffallend schwach und mündet hart am Papillarrand allein in den Sehnervenquerschnitt. Der Ramus primus der Vena temporalis inferior ist stärker wie sonst.

Die Arteria mediana tritt am Rand der Papille direct aus dem Hintergrund hervor.

Figur 2. Papille mit Gefässen aus dem linken Auge eines 17jährigen Jünglings.

Die Theilung in die temporalen und nasalen Gefässe ist in diesem Fall sehr typisch. Eine eigentliche Arteria mediana fehlt, dagegen ist die gleichnamige Vene recht stattlich.

Figur 3. Papille mit Gefässen aus dem linken Auge eines 40jährigen Mannes.

Die oberen und unteren Gefässe der Netzhaut treten nicht vereint, sondern in 2 getrennten Punkten in die Papille. Es findet sich eine obere und

untere Arteria papillaris, welche sich in die temporalen und nasalen Gefässe theilen. Die Vena nasalis inferior ist ein Ast der V. temporalis; die Arteria mediana gehört der Arteria papillaris superior an.

Figur 4. Papille mit Gefässen aus dem rechten Auge eines 28jährigen Studenten.

Die sämmtlichen Retinalgefässe treten von einander getrennt, immer eine Arterie mit der entsprechenden Vene, aus dem Sehnerven. Die Arterien zeigen einen stark geschlängelten Verlauf, die Venen dagegen den gewöhnlichen gestreckten. Die untere Arteria temporalis verdeckt auf der Papille die Vene vollständig, ebenso die obere Vene die entsprechende Arterie.

Tafel 2.

Normales Netzhautgefässsystem von einem 14jährigen Knaben.

Eine besondere Erklärung dürfte kaum erforderlich sein.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.