

AUS DER ANATOMISCHEN ANSTALT DES KAROLINISCHEN INSTITUTES IN
STOCKHOLM.

DER
BINDEGEWEBSAPPARAT UND DIE GLATTE
MUSKULATUR DER ORBITA BEIM MENSCHEN
IN NORMALEM ZUSTANDE.

AKADEMISCHE ABHANDLUNG

WELCHE ZUR

ERLANGUNG DER MEDIZINISCHEN DOKTORWÜRDE

MIT GENEHMIGUNG DES

LEHRERKOLLEGIUMS AN DEM KAROLINISCHEN INSTITUTE

AM DEN SEPTEMBER 1913 VORMITTAGS UM 11 UHR

IM PATHOLOGISCH-ANATOMISCHEN HÖRSAAL

ÖFFENTLICH VERTEIDIGT WIRD

VON

CARL HESSER,
MED. LIC. PROSEKTOR.

MIT 36 ABBILDUNGEN AUF TAFEL 1—19 UND 3 TEXTFIGUREN.

SPRINGER-VERLAG
BERLIN HEIDELBERG GMBH

1913.



AUS DER ANATOMISCHEN ANSTALT DES KAROLINISCHEN INSTITUTES IN
STOCKHOLM.

DER
BINDEGEWEBSAPPARAT UND DIE GLATTE
MUSKULATUR DER ORBITA BEIM MENSCHEN
IN NORMALEM ZUSTANDE.

AKADEMISCHE ABHANDLUNG
WELCHE ZUR
ERLANGUNG DER MEDIZINISCHEN DOKTORWÜRDE
MIT GENEHMIGUNG DES
LEHRERKOLLEGIUMS AN DEM KAROLINISCHEN INSTITUTE
AM SONNABEND...DEN...13 SEPTEMBER 1913 VORMITTAGS UM 11 UHR
IM PATHOLOGISCH-ANATOMISCHEN HÖRSAAL
ÖFFENTLICH VERTEIDIGT WIRD
VON
CARL HESSER,
MED. LIC. PROSEKTOR.

MIT 36 ABBILDUNGEN AUF TAFEL 1—19 UND 3 TEXTFIGUREN.

SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH

1913.

Additional material to this book can be downloaded from <http://extras.springer.com>

ISBN 978-3-662-29886-2 ISBN 978-3-662-30030-5 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-30030-5

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	5
I. Der Bindegewebsapparat in der Orbita	16
1. Capsula Tenoni	20
a) Geschichtliches	20
b) Eigene Untersuchungen	37
Material und Untersuchungsmethoden	37
Die allgemeine Beschaffenheit und Ausdehnung der Tenonschen Kapsel	40
Die Anzahl der Kapseln. Der Tenonsche Raum und das Gewebe des Tenonschen Raumes	50
Der Bau der Kapselwand	55
Der Zusammenhang zwischen dem M. rectus sup. und dem M. levator p. s.	62
Der supravaginale Raum. Ist der Tenonsche Raum ein Lymphraum?	67
2. Die Beziehungen der Augenmuskeln zu dem orbitalen Bindegewebsapparat. Die Muskelscheiden	75
a) Geschichtliches	75
b) Eigene Untersuchungen	83
Die allgemeine Anordnung des extrakapsulären Orbitalbindegewebes	83
Beziehungen der Augenmuskeln zur Capsula Tenoni. Die Muskelscheiden	87
Die Kapselöffnungen	105
3. Faisceaux tendineux s. Fascienzipfel. Retinacula oculi	111
a) Geschichtliches	111
b) Eigene Untersuchungen	124
Der M. levator p. s. mit Scheide. Septum orbitale	124
Die Retinacula oculi	140
Die Beziehungen der Tränendrüsen zu dem Bindegewebsapparat	147
Die „faisceaux tendineux“ s. „Fascienzipfel“ der Autoren	149
4. Einige Betrachtungen über die Physiologie des Bindegewebsapparates	160

	Seite
II. Die glatte Muskulatur in der Orbita	181
1. Die glatte Muskulatur um den Bulbus herum	182
a) Geschichtliches	182
b) Eigene Untersuchungen	196
Material und Untersuchungsmethoden	196
Die Anatomie der peribulbären Muskulatur	203
Kritik. Die Einteilung der Muskulatur	212
c) Die Funktion der peribulbären Muskulatur	223
Funktionen unter physiologischen Verhältnissen	224
Die Folgen eines pathologischen Krampfes oder einer Lähmung der Muskulatur	244
2. Die glatte Muskulatur in der Fissura orbitalis inf.	248
a) Geschichtliches	248
b) Eigene Untersuchungen	254
Material und Untersuchungsmethoden	254
Allgemeine Anordnung der Muskulatur	256
Die Beziehungen der Muskulatur zu den Venen der Orbita	260
Schlusswort	290
Figurenerklärung	292
Literaturverzeichnis	296

Einleitung.

In seiner im Jahre 1907 erschienenen Doktordissertation, betitelt „Über Morbus Basedowii, eine chirurgische und anatomische Studie“, beschrieb John Landström einen in der Orbita befindlichen und aus glatten Zellen bestehenden Muskel, der cylinderförmig die vordere Hälfte des Bulbus umgeben und im übrigen eine solche anatomische Anordnung und eine solche Stärke besitzen soll, dass er bei seiner Kontraktion imstande wäre, die Lage und Bewegungen des Bulbus zu beeinflussen. In einem permanenten Kontraktionszustande dieses neuentdeckten Muskels erblickte Landström die lange gesuchte Erklärung für die Entstehung gewisser zuvor ihrer Genese nach in Dunkel gehüllten Augensymptome bei Morbus Basedowii. Vor allem glaubte er hier die Ursache des Basedowexophthalmus gefunden zu haben.

Landströms Mitteilung hat grosse und berechtigte Aufmerksamkeit innerhalb der medizinischen Welt erregt, was ja auch im voraus zu erwarten war. Denn Landströms Beschreibung erweckte die dem Anschein nach wohlbegründete Vorstellung, dass hier eine anatomische Entdeckung vorlag, und der Umstand allein, dass die Anatomen bis dahin die fragliche Muskulatur übersehen hatten, und dass ein derartiger Fund an dem im Laufe der Jahrhunderte unzählige Male durch-

forschten Menschenkörper gemacht werden konnte, war ja geeignet überraschend zu wirken.

War die Entdeckung demnach schon an und für sich als höchst bemerkenswert zu bezeichnen, insofern sie ein anatomisches Novum darstellte, so war sie es noch mehr im Hinblick auf ihre physiologischen und vor allem ihre pathologisch-klinischen Konsequenzen. Durch die Entdeckung wurde, wie es schien, plötzlich erklärendes Licht auf eigentümliche klinische Erscheinungen geworfen, die trotz eifriger Bemühungen hervorragender Forscher während mehr als eines halben Jahrhunderts vergebens auf eine befriedigende und allgemein akzeptierte Erklärung gewartet hatten. Ein schwer zu deutendes klinisches Rätsel hatte durch die Entdeckung seine einfache Lösung erhalten, und darin lag wohl der hauptsächlichste Anlass, weshalb der anatomische Fund Gegenstand lebhaften Interesses auch ausserhalb anatomischer Fachkreise wurde.

Indessen lag die Bedeutung der Entdeckung nicht lediglich darin, dass sie die lange gesuchte Erklärung für rätselhafte Basedowsymptome lieferte. Wenn die neuentdeckte Muskulatur wirklich die pathologisch funktionelle Bedeutung besass, die ihr von ihrem Entdecker zugeschrieben worden war, so liessen sich dem Anschein nach aus der Entdeckung auch gewisse biologische Schlüsse bezüglich der Natur und des Wesens der Basedowkrankheit ziehen.

Gestützt auf Claude Bernards so berühmtes Experiment, welches zeigt, dass Reizung des Halssympathicus eine Erweiterung der Augenlidspalte und der Pupille sowie, was in diesem Zusammenhang am wichtigsten ist, auch ein Vortreten des Bulbus hervorruft, war nämlich Landström der Ansicht, dass die Frage nach der Innervation der neuentdeckten Muskulatur schon längst beantwortet — etwa 50 Jahre vor der Entdeckung des Muskels gelöst worden sei. Dass die Muskulatur durch den Halssympathicus innerviert wird, hielt

Landström für durch Claude Bernards Experiment bewiesen. Wenn aber gewisse der Augensymptome bei Morbus Basedowii auf einem hypertonen Zustande dieser neuentdeckten, durch den Sympathicus innervierten Muskulatur beruhen, so muss man, meinte Landström, mit Notwendigkeit voraussetzen, dass beim Morbus Basedowii der Nervus sympathicus einer chronischen Reizung irgendwelcher Art ausgesetzt sei. Ein derartiger chronischer Reizzustand des Nervus sympathicus beim Morbus Basedowii war zwar schon früher von vielen Forschern angenommen worden, hatte aber von diesen nicht bewiesen werden können. Durch seine Entdeckung glaubte Landström einen unbestreitbaren Beweis für die Richtigkeit der Hypothese einer Sympathicusreizung bei der Basedowschen Krankheit erbracht zu haben; woraus jedoch natürlich auch nach Landström keineswegs eine Stütze für die bekannte, zuerst von Köben 1855 aufgestellte und später von Aran u. a. auf Grund des ebenerwähnten Versuches Claude Bernards modifizierte und näher entwickelte sog. Sympathicustheorie über die Pathogenese der Basedowkrankheit hergeleitet werden durfte¹⁾.

Wenn nun auch mit der Entdeckung des neuen Muskels natürlich nichts betreffs des Charakters des Reizes gesagt war, dem der Sympathicus beim Morbus Basedowii ausgesetzt sein sollte, ebensowenig wie damit gesagt war, dass die Krankheit ihren primären Sitz im Sympathicus oder in einem anderen Teil des Nervensystems hätte, so meinte doch Landström durch seine anatomische Entdeckung den Nachweis erbracht zu haben, dass der Halsympathicus bei der Basedowkrankheit

¹⁾ Landström schloss sich im Gegenteil an die von Möbius 1887 aufgestellte sog. Schilddrüsentheorie an, nach welcher, wie bekannt, dem Morbus Basedowii nicht nur eine Hyperfunktion, sondern auch eine Dysfunktion der Schilddrüse mit Absonderung giftiger Produkte zugrunde liegt, die in erster Linie auf das sympathische Nervensystem einwirken sollen.

sich in permanentem Reizzustande befindet, und hierin lag ein nicht geringer Beitrag realer Natur zur Erhellung der geheimnisvollen und vielumstrittenen Pathogenese der Basedowschen Krankheit.

Vier Jahre verfließen, seitdem Landströms aufsehen-erweckende Studie im Druck erschien, ohne dass seine Angaben über die neue Muskulatur — soweit mir bekannt — zu kontrollierenden Nachuntersuchungen anregten, was in Anbetracht der Wichtigkeit und Bedeutung der Mitteilung sehr eigentümlich erscheint. Denn Landströms Mitteilung war, kann man wohl sagen, von einer solchen Beschaffenheit gewesen, dass eine Nachuntersuchung, mochte sie nun zur Bestätigung führen oder nicht, als wünschenswert und auch wohl der Mühe wert angesehen werden musste. Eine solche blieb jedoch lange aus, und der „Landströmsche Muskel“, wie die dem Anschein nach neuentdeckte Muskulatur bald genannt wurde, hat bereits begonnen, als ein bemerkenswerter anatomischer Neuerwerb der medizinischen Hand- und Lehrbuchliteratur einverleibt zu werden, und mehr und mehr als die nächste Ursache für gewisse beim Morbus Basedowii auftretende Augensymptome — in erster Linie für den Exophthalmus — anerkannt zu werden.

Erst nahezu vier Jahre nach Veröffentlichung der Abhandlung Landströms erschien eine Arbeit, in der zum erstenmal die Frage des Landströmschen Muskels auf Grund einer Nachuntersuchung einer kritischen Behandlung unterzogen wird. Die Arbeit rührt von H. Fründ her, ist in Marburg ausgeführt und erschien im Druck im Juli 1911. Was Fründ hier mitzuteilen hat, dürfte unter den Einsichtigen die Aufmerksamkeit in gleichohem Grade auf sich gezogen haben wie die Mitteilung Landströms vier Jahre zuvor. Fründ erklärt nämlich, dass die Muskulatur, die Landström gesehen und abgebildet hat, und die von ihm als ein Novum ge-

deutet worden ist, nichts anderes darstellt als einen Teil der bekannten Müllerschen Augenlidmuskeln. Ferner glaubt er den Nachweis erbracht zu haben, dass dieser Muskulatur jede Bedeutung für die Entstehung des Basedow'schen Exophthalmusphänomens aberkannt werden muss.

Zwei Monate später, im September 1911, wurde das Ergebnis einer zweiten Nachuntersuchung veröffentlicht, die von W. Krauss gleichfalls in Marburg, der Angabe gemäss aber völlig unabhängig von Fründ's Untersuchung, angestellt worden war. Krauss äussert sich in demselben Sinne wie Fründ. Er ist zu dem Ergebnis gekommen, „dass die anatomischen und damit auch die physiologischen Voraussetzungen und Schlussfolgerungen Landströms nicht zutreffend sind“.

Schliesslich hat sich auch der berühmte Basedow-Forscher Sattler über den Landström'schen Muskel ausgesprochen, gleichfalls im Herbst 1911¹⁾. Auch er sieht sich nicht imstande, Landströms Mitteilung über die Bedeutung des Muskels für die Protrusion des Bulbus bei Basedow zu bestätigen.

Die lange erwarteten Nachprüfungen der Untersuchung Landströms sind somit endlich bewerkstelligt worden. Für die vielen aber, die da erwartet hatten, in diesen Nachuntersuchungen eine erfreuliche Bestätigung der anatomischen Entdeckung Landströms und der daraus gezogenen Schlüsse zu erhalten, ist das Resultat eine schwere Enttäuschung gewesen. Der „Landström'sche Muskel“ scheint nach vier Jahren blühenden Daseins auf dem guten Wege zu sein, für immer das Zeitliche zu segnen.

John Landström war bereits tot als seine vermeintliche Entdeckung zum Gegenstand von Nachuntersuchungen gemacht wurde. Hätte er sich noch am Leben befunden, würde er

¹⁾ Sattlers Äusserung gelangte zu meiner Kenntnis erst im Sommer 1912, als bereits meine Untersuchung der Hauptsache nach abgeschlossen vorlag.

natürlich selbst auf die Kritik, der er ausgesetzt worden, geantwortet haben. So kann dies nun indessen nicht mehr der Fall sein.

Es musste jedoch wünschenswert erscheinen, dass auch aus Kreisen der Hochschule, an der Landström seine Untersuchung unternommen, das Wort in der durch die ebenerwähnte Kritik wieder aktuell gewordene Frage ergriffen wurde. An dieser Hochschule, in deren Sammlungen Landströms Präparate sich noch befinden, sind eben aus diesem Grunde die Voraussetzungen vielleicht auch grösser, um beurteilen zu können, was Landström in Wirklichkeit gesehen und beobachtet hat. Und es muss ja sein besonderes Interesse besitzen, dass an dieser Hochschule festgestellt wird, ob und inwieweit Landström einen Irrtum begangen hat, wenn er in der Umgebung des Bulbus einen Muskel entdeckt zu haben glaubte, der bis dahin der Aufmerksamkeit der Forscher entgangen war, und wenn er in einem tonischen Krampfzustande dieses Muskels die Ursache des genetisch mystischen Basedowexophthalmus gefunden zu haben meinte. Wenn Landströms Gegner recht haben, wenn Landström wirklich sich geirrt und zwar in einer solchen Ausdehnung sich geirrt haben sollte, wie jene es geltend machen wollen, wie dann einen solchen Irrtum bei einem gewissenhaften Forscher, wie Landström es war, erklären?

Eine solche Überlegung war es, mit der ich, einer Aufforderung seitens des Vorstehers des hiesigen anatomischen Instituts, Herrn Professor Erik Müller, Folge leistend, daran ging, eine erneute Untersuchung des „Landströmschen Muskels“ vorzunehmen. Das Literaturstudium zeigte mir bald, dass eine derartige Untersuchung nicht nur berechtigt, sondern sogar notwendig auch aus dem Grunde sein konnte, weil die Autoren, sowohl diejenigen, die Spezialuntersuchungen angestellt hatten, als auch die Verfasser von Hand- und Lehrbüchern, teilweise

ziemlich verschiedene Darstellungen von der Ausbreitung und Anordnung der peribulbären glatten Muskulatur liefern, womit zusammenhängt, dass diese Muskulatur bei den Autoren teils unvollständig, teils fehlerhaft beschrieben ist. Die peribulbäre Muskulatur erwies sich mit einem Wort in ihrer Gesamtheit als einer revidierenden Untersuchung sehr bedürftig.

Die Untersuchung ergab ferner bald, dass eine exakte Vorstellung von der Anordnung der peribulbären glatten Muskulatur, besonders in topographischer Hinsicht, notwendig eine genaue Kenntnis der übrigen Weichteile in der Umgebung des Bulbus und speziell der Bindegewebsformationen daselbst erfordert. Dies gab zu einem Literaturstudium der Bindegewebsbildung Anlass, die gemeiniglich unter dem Namen *Capsula Tenoni* bekannt ist. Dieses Studium ergab als nahezu einziges sicheres Resultat, dass die Darstellungen der genannten Bindegewebsformation seitens der Autoren miteinander so wenig übereinstimmen, dass sozusagen ein vollständiges Chaos dem Leser auf diesem Gebiete entgegentritt. Auch hier erwies sich eine Revision als vonnöten. Es blieb also, um das gesteckte Ziel zu erreichen, kein anderer Ausweg übrig, als eigene Untersuchungen über die Anordnung auch des Bindegewebes in der Orbita anzustellen.

Noch von einem anderen Gesichtspunkt aus konnte eine erneute Untersuchung sowohl des orbitalen Bindegewebsapparats als der glatten Muskulatur in der Umgebung des Auges wünschenswert erscheinen. Teils haben nämlich die kleinen physiologischen Lageveränderungen, die der Bulbus aufweisen kann, in letzterer Zeit das Interesse in höherem Grade als früher auf sich gezogen und sind systematischen Untersuchungen unterzogen worden. Teils hat man begonnen, die Krankheiten der Orbita zum Gegenstand tiefergehender Studien zu machen, und besonders hat sich die Aufmerksamkeit dem gewöhnlichsten und wichtigsten gemeinsamen Symptom aller Orbitalerkranken-

kungen zugewandt, nämlich der auftretenden Stellungsanomalie des Bulbus. Das wissenschaftliche Interesse ist nun nicht nur an eine blossе Konstatierung des Vorkommens dieser physiologischen und pathologischen Lageveränderungen geknüpft, sondern ist vor allem durch die Frage nach ihrer Genese bedingt. In dieser letzteren Hinsicht sind die Lageveränderungen zwar in vielen Fällen leicht zu verstehen, in anderen dagegen (Protrusion des Bulbus bei Vergrösserung der Augenspalte, traumatischer Enophthalmus, gewisse Fälle von Luxatio bulbi) einer Untersuchung äusserst schwer zugänglich und Gegenstand verschiedener Meinungen. Da, wie Birch-Hirschfeld mit Recht hervorhebt, die Klarlegung der Ursache beobachteter Veränderungen in der Lage des Bulbus durch eine Berücksichtigung der anatomischen Faktoren, die gemeinsam die Fixation des Bulbus bedingen, wesentlich gefördert werden muss, so scheint es wichtig zu sein, eine in allen Beziehungen genaue Kenntnis von diesen Faktoren zu besitzen. Und da zu ihnen der Bindegewebsapparat wie auch vielleicht die glatte Muskulatur um das Auge herum gehören, so hat die Kenntnis der normalen Anatomie dieser Teile heutigen Tages grössere Bedeutung erhalten als früher. Eine sichere und richtige Kenntnis in dieser Beziehung vermag uns aber die gegenwärtig zur Verfügung stehende Literatur, wie gesagt, nicht zu vermitteln.

Die obenerwähnten Forscher, Fründ und Krauss, haben nun ferner sich nicht darauf beschränkt, dem Landströmschen Muskel jede Bedeutung für die Entstehung des Exophthalmus bei der Basedowschen Krankheit abzuerkennen, sondern sie haben ausserdem die Ursache dieses Phänomens anderswo gesucht und sie auch zu finden geglaubt. Hier sei nur angedeutet, dass diese Forscher die glatte Muskulatur, die die Fissura orbitalis inferior ausfüllt, in causalen Zusammenhang mit dem Basedowexophthalmus bringen, indem diese Mus-

kulatur in einer solchen Beziehung zu den orbitalen Venen und besonders zu den zwei venösen Hauptstämmen, der Vena ophthalmica sup. et inf., stehen sollen, dass eine Kontraktur derselben imstande wäre, an gewissen Stellen diese Venen zu komprimieren, wodurch Blutstauung in dem orbitalen Venensystem entstände. Und darin soll die wesentliche Ursache des Basedowschen Exophthalmussymptoms liegen.

Es ist klar, dass die von mir begonnene Untersuchung über die glatte Muskulatur in der Umgebung des Bulbus und ihr Verhältnis zu dem Basedowschen Exophthalmusproblem zweckmässigerweise dahin erweitert werden musste, dass sie auch eine Nachprüfung der von Fründ und Krauss gegebenen Erklärung des besagten Phänomen umfasste. So ist denn auch die glatte Muskulatur in der Fissura orbitalis inf. in den Rahmen der Untersuchung einbezogen worden.

Auf diese Weise gliedert sich die Untersuchung in zwei Hauptteile, nämlich:

- I. der Bindegewebsapparat in der Orbita, dessen wesentlicher Teil aus der Capsula Tenoni nebst daransitzenden fibrösen Bildungen besteht, und
- II. die glatte Muskulatur in der Orbita, die ihrer Lage nach in zwei Abteilungen zerfällt:
 - a) die glatte Muskulatur um den Bulbus herum und
 - b) die glatte Muskulatur in der Fissura orbitalis inf.

Die vorliegende Untersuchung bezieht sich auf die Anatomie der fraglichen Gewebsbildungen beim erwachsenen Menschen. Sie kann als eine anatomische Untersuchung von kombiniert mikro- und makroskopischer Art bezeichnet werden, da sie sowohl mit Hilfe mikroskopischer als makroskopischer Untersuchungsmethoden ausgeführt worden ist. Dagegen beabsichtigt sie nicht, eine histologische Untersuchung zu sein. Infolgedessen werden im nachstehenden auch nur spärliche Angaben

über die feinere Struktur der Gewebe, über Details im gegenseitigen Verhältnis der Gewebselemente u. dgl. anzutreffen sein.

Es war wohl im voraus anzunehmen, dass eine derartige Untersuchung zu keiner aufsehenerweckenden anatomischen Entdeckung führen würde. Das Gebiet ist bereits zuvor von verschiedenen Forschern hinreichend oft durchforscht worden, um eine solche Möglichkeit als fast a priori ausgeschlossen erscheinen zu lassen. In dem folgenden Bericht über die Resultate der Untersuchung findet der Leser auch keine solche „grosse“ Entdeckung.

Die Arbeit ist zu grossem Teile zusammenstellender und kritischer Natur. Man vermisst nämlich in der Literatur eine vollständige Zusammenstellung von in früherer und späterer Zeit herrschenden Ansichten über die Anordnung der fraglichen Gewebe, gleich wie man auch nur spärliche Versuche antrifft, die Anschauungen verschiedener Forscher miteinander zu vermitteln oder die Abweichungen zu erklären. Ich habe es daher nicht für überflüssig erachtet, die verschiedenen Auffassungen, denen die Autoren Ausdruck gegeben, nebeneinander zu stellen und zu versuchen, auf Grund eigener, mit modernen Hilfsmitteln unternommener Untersuchungen nachzuweisen, was in der Beschreibung des einen und des anderen Autors als richtig bzw. unrichtig zu bezeichnen ist, und dabei gleichzeitig — soweit solches möglich ist — die Ursache des Widerspruchs gelieferter Angaben aufzuzeigen. Hierdurch dürfte dem Leser erhöhte Möglichkeit bereitet werden, sich ein wirklichkeitsgetreues Bild von den erwähnten Gewebsformationen zu verschaffen und sich eine selbständige Auffassung in diesbezüglichen Fragen zu bilden, was an der Hand der bisher zu Gebote stehenden Literatur nicht möglich ist. Indem ich die Aufgabe auf diese Weise gefasst habe, ist früheren Forschungsergebnissen ein verhältnismässig breiter Raum gewährt worden, aus dem angeführten Grunde

dürfte dies aber nicht als ein überflüssiger, die Arbeit unnötig beschwerender Ballast zu betrachten sein.

Bevor ich mich dem eigentlichen Gegenstande meiner Untersuchung zuwende, ist es mir eine liebe Pflicht, Herrn Professor Dr. Erik Müller meinen warmempfundenen Dank auszusprechen nicht nur für die Anregung, die er mir zu dieser Arbeit gegeben, sondern auch für das stete Interesse, das er der Arbeit in ihrem Fortgange entgegengebracht hat, sowie auch für mancherlei Ratschläge und Auskünfte, die er mir stets bereitwilligst geliefert hat.

Auch nach anderen Seiten hin bin ich zu Dank verpflichtet. Es ist mit nicht geringen Schwierigkeiten verbunden gewesen, für die Untersuchung zweckmässiges und hinreichend umfangreiches Material zu erhalten. Das Material, das in den Anatomiesälen sich darbietet, ist nämlich in der Regel zu alt, um zu mikroskopischer Untersuchung angewandt werden zu können. Es nimmt nicht Farbe an. Unter solchen Umständen blieb nur der Ausweg übrig, seine Zuflucht zu den Obduktionssälen zu nehmen, deren Material ja mehrenteils auch für mikroskopische Untersuchungen anwendbar ist. In unserem speziellen Falle lag indessen die Schwierigkeit vor, dass die Entnahme des erforderlichen Materials, wie ja auch zu erwarten war, sich als ein „empfindlicher“ Eingriff erwies. Der Orbitalinhalt lässt sich, auch unter Anwendung grosser Sorgfalt, nicht entfernen, ohne dass merkbare Spuren der Ausräumung in den Gesichtszügen des Toten zurückbleiben. Die Angehörigen des Toten aber, die hierdurch von dem Geschehenen Kenntnis erhalten, finden sich natürlich nicht ohne weiteres in eine derartige „Rücksichtslosigkeit“. Es ist daher hier in Schweden nicht leicht, für eine Untersuchung, wie die vorliegende, brauchbares Material in hinreichender Menge zu beschaffen. Mir ist es nur durch

das grosse Entgegenkommen gelungen, das die Herren Professor Dr. Carl Sundberg und Chefarzt Privatdozent Dr. J. Hedenius mir gütigst erwiesen haben. Ich bitte diese Herren, meinen aufrichtigsten Dank entgegenzunehmen. Zu Dank verpflichtet bin ich ferner den Herren Professor Dr. Iv. Broman und Professor Edv. Alin, durch deren Vermittlung ich gleichfalls Material für die Untersuchung erhalten habe, sowie auch Herrn Professor Dr. E. Holmgren, der mir mehrere technische Ratschläge gegeben hat und in dessen Laboratorium einiges in Celloidin eingebettetes Material geschnitten worden ist.

Die Zeichnungen sind von Herrn G. Wienman in gewohnter Vorzüglichkeit ausgeführt worden.

I. Der Bindegewebsapparat in der Orbita.

Die bekannteste Partie des Bindegewebsapparats der Orbita ist die membranöse Bildung, die den Bulbus umschliesst, und die in der Literatur sich meistens unter der Bezeichnung Capsula Tenoni (C. T.) angeführt findet.

Geht man die Literatur über die C. T. durch, so findet man bald, dass von den meisten Autoren im Zusammenhang mit dieser Membran auch gewisse andere fibröse Bildungen erwähnt worden sind. Diese letzteren haben eine bedeutende Rolle in der Geschichte der Tenonschen Kapsel gespielt. Ein grosser Teil der Literatur über die C. T. beschäftigt sich gerade mit ihnen. Ihnen sind wichtige funktionelle Aufgaben zugeschrieben worden. Mit vielem Scharfsinn hat man nachzuweisen ver-

sucht, wie sie auf mannigfache Weise in den normalen Bewegungsmechanismus des Auges eingreifen. Ihnen allen gemeinsam ist, dass sie — direkt oder indirekt — die C. T. mit gewissen anderen Bildungen in der Orbita in Verbindung setzen. Im übrigen findet man sie in verschiedener Weise beschrieben, und die Auffassungen, denen verschiedene Autoren in ihren Schilderungen Ausdruck gegeben haben, stehen teilweise in scharfem Widerspruch zueinander.

Die betreffenden Bildungen können nach dem Destinationsort und den Verbindungen in zwei Gruppen eingeteilt werden. Einige von ihnen schliessen sich nämlich an die Augenmuskeln an und verbinden diese mit der C. T. Sie werden von französischen Autoren oft unter der Bezeichnung „gaines musculaires et tendineuses“ erwähnt. Die Bildungen der anderen Gruppe sollen teils zur Orbitalwand, teils zu den Augenlidern gehen. Sie werden unter vielen verschiedenen Namen beschrieben, wovon die gewöhnlichst vorkommenden „faisceaux tendineux“ und „Fascienzipfel“ sind. Neben der C. T. stellen diese Bildungen die wichtigsten Bestandteile des orbitalen Bindegewebsapparats dar.

Viele Autoren haben die C. T. als das Centrum des Bindegewebsapparats aufgefasst, wovon die anderen Formationen als Anhänge ausstrahlen. Am klarsten ist diese Anschauung von Sappey formuliert worden. Er hat sie bereits in der Terminologie zum Ausdruck gebracht, indem er „l'aponévrose orbitaire“ eingeteilt hat in: 1. une „portion centrale ou oculaire“; 2. von dort ausstrahlende „prolongements du premier ordre ou gaines musculaires“; und 3. von diesen abgehende „prolongements du second ordre ou faisceaux tendineux“.

Auch wenn man nun nicht der C. T. eine solche zentrale Stellung in dem Bindegewebsapparat der Orbita zuerteilen will, kann man doch in der Darstellung sich an Sappeys Schema

insofern anschliessen, als man die Beschreibung des Bindegewebsapparats seinen wesentlichen Bestandteilen nach in drei verschiedene Abschnitte zerfallen lässt. Der Bindegewebsapparat bietet demnach zu sukzessivem Studium folgende Teile dar:

1. Die Capsula Tenoni.
2. Die Beziehungen der Augenmuskeln zu dem Bindegewebsapparat und speziell zur C. T. Die Muskelscheiden.
3. Die Faisceaux tendineux s. Fascienzipfel. Für gewisse der hierhergehörigen Bildungen wird von mir die Bezeichnung Retinacula oculi vorgeschlagen.

Wie schon angedeutet, hat der orbitale Bindegewebsapparat vielerlei verschiedene und in einigen Punkten nicht selten beträchtlich variierende Beschreibungen erfahren. Die Verschiedenheiten in der Auffassung der Forscher erklären sich — ausser durch die Art des Gegenstandes — durch die verschiedenen Untersuchungsmethoden, die zur Anwendung gekommen sind, durch die verschiedenen prinzipiellen Gesichtspunkte, die man bei der Beurteilung angelegt hat, wie auch durch die Verschiedenheiten, die von Natur bezüglich des wissenschaftlichen Gefühls zwischen verschiedenen Forschern vorhanden sind. Es kann wohl kaum Verwunderung erregen, dass auf einem anatomischen Gebiete, das einer genauen Orientierung und detaillierten Analyse derartige Schwierigkeiten darbietet wie das fragliche Bindegewebsgebiet, eine Untersuchung, die ausschliesslich in makroskopischer Präparation bestanden hat, zu einer Auffassung führen kann, die beträchtlich von der allein durch das Studium von Mikrotomschnitten erhaltenen abweicht. Ebenso ist es begreif-

lich, dass ein Forscher, der den orbitalen Bindegewebsapparat allein beim Menschen zum Gegenstand seiner Präparationen gemacht hat, andere Gesichtspunkte erhalten und infolgedessen zu einer anderen Auffassung betreffs sogar wesentlicher Strukturverhältnisse geführt werden kann als der Forscher, der sein Untersuchungsgebiet nicht auf die Orbita des Menschen beschränkt, sondern es den orbitalen Bindegewebsapparat bei der ganzen Serie von Wirbeltieren hat umfassen lassen. In seinem Streben, das Prinzip von der Einheit in der Natur bis weit ins einzelne hinein zu wahren, kann dieser letztere geglaubt haben, den genannten Bindegewebsapparat bei allen Wirbeltieren nach einer gemeinsamen Form aufgebaut zu finden, in welche er dann versucht hat, den Bindegewebsapparat sämtlicher Tierarten hineinzuzwängen, auch wenn dies nicht geschehen kann, ohne der Natur Gewalt anzutun. In dem einen wie in dem anderen Falle ist es schliesslich wohl auch nicht zu vermeiden, dass die intellektuelle Eigenart des Untersuchers die Anschauungsweise in bestimmtem Sinne beeinflusst. Der mehr formell Veranlagte, mit einer Neigung für klare Linien und Schematisierung, gelangt zu einem Bilde von anderer Beschaffenheit als derjenige, dessen Sinn empfänglicher für Realitäten ist.

Im folgenden wird dem Leser vielleicht nicht ein vollständiger Literaturbericht oder eine stets ausführliche kritische Behandlung sämtlicher Arbeiten geboten, die über die C.T. und über den orbitalen Bindegewebsapparat überhaupt erschienen sind. Eine solche erschöpfende Darstellung ist mir dadurch erschwert worden, dass nicht alle hierhergehörigen Arbeiten mir in extenso zur Verfügung standen. Der Leser wird aber die hauptsächlichen Ansichten, die auf diesem Gebiete geherrscht haben, wiederfinden. Von Einzelheiten sind — ausser für den Zusammenhang der Darstellung etwa notwendigen — nur solche berücksichtigt worden, die ein besonderes Interesse darzubieten schienen.

1. Die Capsula Tenoni.

(Synonyme: Tunica adnata; Membrana innominata; Albunginea bulbi; Tunica vaginalis oculi s. bulbi; Fascia s. capsula bulbi; Fascia Tenoni; die synoviale Kapsel des Augapfels; Bonnets Kapsel; Capsule fibreuse de l'œil s. Capsule oculaire; l'aponévrose orbito-oculaire s. d'isolement et de sustentation de l'œil; l'aponévrose oculo-palpébrale; l'aponévrose orbitaire; Portion centrale de l'aponévrose orbitaire.)

a) Geschichtliches.

„Il ne serait pas étonnant que l'on cherchât en vain, la tunique dont je vais parler, elle est difficile à trouver; il falloit bien que cela fut, puisqu'elle a échappé aux efforts de tant d'anatomistes célèbres qui se sont occupés de recherches sur l'œil.“ Mit diesen Worten leitete der französische Chirurg Tenon den Vortrag ein, in welchem er im Jahre 1805 oder genauer „le 29 fructidor an XIII“ eine Beschreibung der membranösen Bildung lieferte, die seitdem ihm zu Ehren seinen Namen trägt.

In dieser Äusserung liegt eine Andeutung davon, dass das Studium der C. T. mit nicht unbedeutenden Schwierigkeiten verknüpft ist. Zwar nicht in der Weise, dass die fragliche Membran, nachdem die Aufmerksamkeit einmal darauf gelenkt worden, schwer zu finden wäre, denn der Nachweis ihres blossen Vorhandenseins ist eine recht einfache Aufgabe. Wird aber die Fragestellung vertieft, so dass man sich als Ziel setzt, einen Einblick zu erhalten in Ausbreitung, Verlauf und Struktur dieser Membran, ihre Beziehungen zum Bulbus, zum Sehnerven, zu den Augenmuskeln, zu den Augenlidern, einen Einblick in ihre Verbindungen mit der Orbitalwand wie auch in ihre funktionelle Bedeutung, so stellt sich die Sache anders.

Dass eine derartige Analyse der C. T. als eine nicht ganz

leichte anatomische Aufgabe bezeichnet werden muss, geht bereits aus der Beschaffenheit der Literatur hervor, die in bezug auf diese Membran entstanden ist. Die Literatur ist nicht unansehnlich. Und was mehr ist: die Ansichten gehen nicht nur betreffs Einzelheiten auseinander, sondern auch betreffs Fragen, die als wesentlich bezeichnet werden müssen. Ja, strenggenommen ist es nur ein Punkt — allerdings ein Kardinalpunkt — in dem vollständige Einigkeit zwischen sämtlichen Forschern grösserer oder geringerer Berühmtheit, die die C. T. zum Gegenstand einer Untersuchung oder Beschreibung gemacht haben, herrscht: dass nämlich eine Bildung membranösen Charakters rings um den Bulbus in der Gegend seines Äquators herumgeht.

Der Ausdruck, dass eine membranöse Bildung den Bulbus in der Gegend des Äquators umschliesst, darf jedoch nicht dahin missverstanden werden, dass die Ausdehnung der Membran nach der einmütigen Ansicht der Autoren in der Weise beschränkt sein sollte, dass sie nur den mittleren Teil des Bulbus umgäbe. Wie aus dem Folgenden hervorgeht, ist dies nicht der Fall. Die meisten Autoren lassen sie im Gegenteil sich weiter sowohl nach vorn als nach hinten erstrecken, und viele lassen sie sogar sich weit über die Grenzen des Bulbus hinaus ausbreiten.

Tenon glaubte als erster die Membran beobachtet zu haben, die von der Nachwelt mit seinem Namen belegt worden ist. Indessen scheint sie schon lange vor ihm wahrgenommen worden zu sein.

Nach Hyrtl soll bereits Galenus seiner Kenntnis von derselben in folgenden Worten Ausdruck gegeben haben: „*sexta quaedam tunica extrinsecus prope accedit, in duram tunicam inserta*“. Und Hélie gibt an, dass die Membran unter den Bezeichnungen „*tunica adnata*“, „*membrana innominata*“ sich in Schriften von Colombo († 1559), Casserius († 1616), Riolan († 1657) und C. Briggs erwähnt findet. Diese Anatomen sollen sie als eine Ausbreitung von den Sehnen der geraden Augenmuskeln aus betrachtet haben. Zinn († 1759), der viel Arbeit auf die Erforschung der Anatomie des Bulbus und der Augenmuskeln verwendet hat, hat gleichfalls die Membran beobachtet; er liess sie sich von Bindegewebscheiden

der ebenerwähnten Sehnen aus bilden. Die Angaben aller dieser Forscher sind jedoch sehr unvollständig und vage.

Das Verdienst, die erste ausführliche Beschreibung geliefert zu haben, gebührt *Tenon*. Es lässt sich daher mit einer gewissen Berechtigung sagen, dass die Geschichte der Membran ihren eigentlichen Anfang erst im Jahre 1805 nimmt, wo *Tenon* seinen oben angeführten Vortrag hielt.

Tenon (1816) beschreibt eine Membran, die dem Nervus opticus, dem Bulbus und den Augenlidern gemeinsam ist. Sie adhärirt stark an dem Nervus opticus beim Eintritt des Nerven in den Bulbus, umschliesst den Teil des Bulbus, der hinter dem Fornix conjunctivae liegt, ist ziemlich fest mit der Sclera nach hinten zu verbunden, während die Verbindung nach vorn hin sehr locker ist. An der Fornix conjunctivae verlässt die Membran den Bulbus, um in die Augenlider überzugehen. Hier legt sie sich an die Conjunctiva palpebrarum an und begleitet die Bindehaut bis zum Tarsus in jedem Augenlide, wo die beiden Membranen sich voneinander trennen, indem die Kapsel auf der Vorderseite des Tarsus passiert, während die Conjunctiva auf der Hinterseite verläuft.

Tenon, der durch makroskopische Präparation zu seiner Entdeckung gelangte, hat mit rühmenswerter Klarheit die Kapsel geschildert, so wie er sie auffasste. Unklar ist nur, wohin *Tenon* die hintere Grenze der Kapsel verlegen wollte. Er scheint jedoch gemeint zu haben, dass die Kapsel auch den Nervus opticus umgibt.

Die später so berühmte Arbeit *Tenons* fand bei den zeitgenössischen Anatomen nicht die ihr gebührende Beachtung. Ältere Anatomen und Chirurgen nahmen ein geringes Interesse an der Anatomie der Orbita, die, wie *Richet* bemerkt, sozusagen mit Stillschweigen übergangen wurde, kaum dass auch nur die Insertionen der Augenmuskeln notiert wurden. Der französische Chirurg und Anatom *Malgaigne* schreibt in der 1838er Auflage seines anatomischen Lehrbuches, „que les attaches des muscles à la sclérotique intéressent peu de chirurgien“. Von *Tenons* Kapsel findet man hier kein Wort erwähnt. Nach einer eingehenden Kenntnis des orbitalen Muskel- und Bindegewebsapparates fühlte man kein Bedürfnis, solange eine solche Kenntnis praktischen Wertes ermangelte. *Tenons* Entdeckung geriet daher bald in Vergessenheit, und es dauerte viele Jahre, bis sie wiederum ans Licht gezogen wurde.

Das geschah erst im Jahre 1840. In einer neuen Auflage des ebenerwähnten Lehrbuchs soll nämlich *Malgaigne* damals *Tenons* Arbeit referiert haben. Der Impuls hierzu wurde dadurch gegeben, dass die von *Strohmeyer* in den 1830er Jahren vorgeschlagene und an Leichen ausgeführte Operation gegen Strabismus — die Myotomie, später ersetzt durch die Tenotomie — zu Ende des vorhergehenden Jahres zum erstenmal mit Erfolg von *Dieffenbach* auch an Lebenden versucht worden war. Mit einem Schlage

zogen nun die Scleralinsertionen der Augenmuskeln und ihr Verhältnis zu den Geweben in der Umgebung des Bulbus in ganz anderem Grade als früher die Aufmerksamkeit auf sich.

In den nächstfolgenden Jahren wurde die C. T. in folgedessen Gegenstand fleissiger Untersuchungen, und eine Reihe anatomischer Arbeiten erschienen über dieselbe in den Jahren 1840—1842. Es waren anatomisch geschulte Chirurgen, die diese Untersuchungen unternahmen, und sie schritten ans Werk hauptsächlich in der praktischen Absicht, die neue Schieloperation zu vervollkommen.

Schon einige Jahre zuvor hatte jedoch unabhängig hiervon Dalrymple (1834) in einer monographischen Arbeit über die Anatomie des menschlichen Auges eine Äusserung getan, welche zeigt, dass er, ohne Tenons Arbeit zu kennen, beobachtet hatte, dass die Sclera locker von einer Kapsel umgeben ist. Dalrymple, der also gleichfalls die fragliche Membran entdeckt hat, macht die ausdrückliche Angabe, dass dieselbe nach hinten sich nur bis zum Eintritt des Sehnerven in den Bulbus erstreckt, liefert aber im übrigen eine unvollständige Beschreibung.

Unter der Reihe von Autoren aus den Jahren 1840—42 nahmen die Anatomen und Chirurgen in Frankreich die erste Stelle ein. Doch fehlt es auf dem Gebiete zu jener Zeit auch nicht an englischen Forschern, von denen der Chirurg Ferral (1841) Erwähnung verdient, da, wie es scheint, auch er, ohne Kenntnis der diesbezüglichen Arbeiten Tenons und anderer Forscher, die C. T. beschrieben hat. Er nannte die Kapsel *Tunica vaginalis oculi*, und in Übereinstimmung mit Tenon lässt er sie nach vorn hin mit dem Tarsus jedes der beiden Augenlider zusammenhängen und nach hinten zu sich als eine Scheide des Nervus opticus bis zur hinteren Spitze der Orbita erstrecken.

Von anatomischem Gesichtspunkte aus interessantes Neues haben die meisten dieser Autoren nicht zu Tenons Beschreibung hinzugefügt, vielmehr haben sie sich in allem Wesentlichen derselben angeschlossen. Ein Zusatz, der erwähnt zu werden verdient, ist, dass mehrere Autoren von der Innenseite der Kapsel aus in der Gegend des Äquators des Bulbus oder dicht hinter dem Fornix conjunctivae eine Lamelle haben abgehen lassen, die nach vorn hin unter der Conjunctiva oculi weitergehen und den vorderen Teil des Bulbus bekleiden sollte. Diese Bindegewebslamelle, die zuerst von Malgaigne und kurz darauf auch von Lucien Boyer (1841) und Jules Guérin (1841) beschrieben wurde, wird in der französischen Literatur oft unter der Bezeichnung *fascia sous-conjunctival* angetroffen.

Grösseres Interesse bietet eine Arbeit von Hélie (1841) dar. Hélie begnügte sich nicht wie seine Vorgänger damit, die Tenonsche Kapsel nach vorn hin sich nur bis zu den Tarsi der Augenlider ausbreiten zu lassen. Er betrachtete die Kapsel als

eine Ausstülpung von der Dura mater aus. „L'aponévrose orbitaire“ bekleidet, sagt Hélié, zuerst als Periost die Orbitalwand bis zum Orbitalrande hin, geht von dort aus auf der Hinterseite des Septum orbitale bis zu den Augenlidtarsi weiter, tapeziert dann die Hinterseite der Conjunctiva aus, begibt sich, nachdem sie 2—3 mm vom Cornealrande entfernt die Bindehaut verlassen hat, nach hinten, umschliesst den Bulbus bis zum Eintritt des Sehnerven und verzieht schliesslich auch den Sehnerven mit einer dünnen Scheide bis zum Foramen opticum hin. Hélié fasste demnach die Tenonsche Kapsel als einen von der Dura mater sich ausbuchtenden und in sich selbst eingestülpten Sack auf, dessen äusseres Blatt die Periorbita und dessen inneres, invertiertes Blatt eine Hülle für den Bulbus und den Sehnerven bildet. Die Kapsel stellt nach Hélié dar „une sorte de sac sans ouverture, ou encore de bonnet de coton, dont une partie, repliée sur elle-meme, sert de cocque à l'œil, tandis que l'autre partie recouvre les parois de l'orbite“.

Dieser Vergleich der C.T. mit einem „bonnet de coton“ soll während der nächsten Jahre Anlass zu lebhafter Diskussion gegeben haben, durch die er eine gewisse Berühmtheit erlangte. Einige schlossen sich an Héliés Auffassung betreffs der allgemeinen Anordnung und Ausbreitung der Kapsel an, so beispielsweise Richet (1855), der im Jahre 1843 die C.T. zum Gegenstand einer Spezialuntersuchung machte, als ihm gelegentlich einer Bewerbung um eine Prosektorstelle dieses Thema zur Bearbeitung vorgelegt wurde.

Andere akzeptierten Héliés Auffassung sozusagen teilweise. Sie versuchten ihrer Anschauung durch andere Gleichnisse einen kurzen und prägnanten Ausdruck zu geben. Von Héliés „Zipfelmütze“ entfernten sie den Teil, der der Periorbita entspricht, behielten aber den Rest bei. Sie liessen somit die C.T. rings um den Orbitalrand herum entspringen, von wo aus sie auch nach innen in der von Hélié angegebenen Weise hinter das Septum orbitale ging und dann den Bulbus umschloss. Schematisch bildet die C.T. nach diesen Autoren eine in den Orbitaleingang eingefügte, trichterförmig eingezogene Wand. Oder um das Gleichnis Cruveilhiers (1845) zu gebrauchen, der zuerst die C.T. auf diese Weise beschrieben hat: die Kapsel bildet ein daselbst ausgespanntes Diaphragma. Durch dieses wird die Orbitalhöhle in zwei Logen geteilt: 1. une loge antérieure ou précapsulaire, die den Bulbus in sich einschliesst, und 2. une loge postérieure ou rétro-capsulaire, die in Fettgewebe eingebettete Muskeln, Gefässe und Nerven enthält.

Es sind viele, hauptsächlich französische Autoren, die nach Cruveilhiers Vorbild diese Auffassung von der Ausdehnung der Tenonschen Kapsel gehabt haben. Und unter diesen Autoren befinden sich nicht nur ältere, wie Lenoir (1850), der die Kapsel mit einem Trichter verglich, Hyrtl (1859), Panas (1873), sondern auch Anatomen aus jüngerer Zeit. Tillaux (1890) be-

schreibt in seinem anatomischen Handbuch die Kapsel als ein solches Diaphragma, und noch 1905 halten Testut und Jacob (1905) an derselben Anschauung fest.

Mehrere Autoren gibt es indessen (Linhart 1859, Luschka 1867, Sappey u. a.), die scharf nicht nur gegen Héliés Auffassung, der in der C. T. eine Ausstülpung von der Dura mater aus erblickte, sondern auch gegen das Cruveilhiersche Schema, wonach die Kapsel vom Orbitalrande ausging, opponierten. Den von Hélié und Cruveilhier benutzten Gleichnissen wird zwar der Vorteil zuerkannt, dass sie rasch eine klare Vorstellung von dem vermeintlichen Aussehen und der allgemeinen Anordnung der Kapsel gewähren, sie gründen sich aber, meinen jene Autoren, auf anatomische Irrtümer. Ihrer Meinung nach ist die Kapsel keineswegs auf der Hinterseite des Septum orbitale wahrzunehmen und stellt die Periorbita eine Membran für sich dar.

Gleichwohl vertreten nun viele die Auffassung, dass die Kapsel von dem Orbitalrande ausgeht. Nach Linhart (1859) fände diese seine Erklärung in dem Umstande, dass, wenn bei der Präparation die Augenlider an dem Fornix conjunctivae abgeschnitten werden, bevor die Kapsel von vorn aus eröffnet wird — eine Präparationsmethode, die zur Anwendung gekommen sein soll —, das Septum orbitale ein Aussehen erhält, als bilde es eine direkte Fortsetzung der um den Bulbus herumliegenden Kapsel; und in Übereinstimmung damit scheine das Septum orbitale selbst für einen Teil der C. T. gehalten worden zu sein. Tillaux (1890) gibt jedoch an, dass er, ohne die Augenlider abzuschneiden, die Kapsel teils von vorn her in der von Bonnet empfohlenen, im folgenden anzugebenden Weise, teils von hinten aus nach Entfernung der hinteren Partie der Orbita präpariert habe, nichtsdestoweniger aber will er beobachtet haben, dass die Kapsel sich bis zum Orbitalrande ausbreitet.

Dass das Periost, das die Orbitalwand bekleidet, jemals als Teil der Tenonschen Kapsel hat betrachtet werden können, muss zum mindesten als schwerbegreiflich bezeichnet werden. Nicht einmal Cruveilhier, dem doch Richets der Angabe nach vortreffliche Präparate zur Verfügung standen, konnte in diesem Punkte seinem Schüler Hélié beistimmen. Der Vergleich mit einer „Zipfelmütze“, gleichwie die dem zugrunde liegende Anschauung, ist auch seit lange allgemein aufgegeben, kann aber wohl noch heutzutage als geschichtliches Kuriosum auf ein gewisses Interesse rechnen.

Mehr dauernde und grössere praktische Bedeutung als Héliés Abhandlung erhielten die Arbeiten, die über das fragliche Thema aus der Hand des französischen Chirurgen Bonnet (1841—42) hervorgingen. Bonnet, der Oberchirurg im Hôtel Dieu in Lyon war, stellte sich unter anderem die Aufgabe, eine wissenschaftliche Erklärung für die bei den Myotomie- bzw. Tenotomieoperationen zu beobachtende und dem Anschein nach eigentümliche Tatsache zu

geben, dass der abgeschnittene Muskel sogar unmittelbar nach der Operation, bevor noch von einem beginnenden Heilungsprozess mit Festwachsen des Muskels an der Sclera oder dergleichen die Rede sein kann, imstande ist, dem Bulbus — wenn auch schwächer als normalerweise — die Bewegungen zu erteilen, die physiologisch dem Muskel beigelegt werden. Ferner gab er, auf anatomische Daten sich stützend, einige Anweisungen für die Ausführung der Schieloperation und versuchte auch für den Konnex, der zwischen den Bewegungen des Bulbus und der Augenlider besteht, eine Erklärung zu liefern.

Zu diesem Zwecke hat Bonnet sorgfältige Untersuchungen über die C. T. angestellt und dabei für den Nachweis der Kapsel eine Dissektionsmethode angegeben, die als klassisch bezeichnet werden kann, und die noch heute bei der E nukleation des Bulbus angewandt wird: nach Kreisschnitt durch die Conjunctiva bulbi werden die Sehnen der Augenmuskeln unmittelbar an ihrer Befestigung an der Sclera und der Nervus opticus an der Stelle seines Eintritts ins Auge abgeschnitten; der Bulbus wird entfernt, und die Innenseite der Kapsel liegt zutage.

Nach Bonnet inseriert die C. T. nach hinten hin an dem vorderen Ende des Nervus opticus, umschliesst danach die hinteren zwei Drittel des Bulbus, um am Fornix conjunctivae sich in zwei Blätter zu teilen: ein stärkeres, das sich in die Augenlider hinein bis zu den beiden Tarsi fortsetzt, und ein schwächeres, das dem Bulbus entlang nach der Cornea hin verläuft, indem es die oben erwähnte Fascia sous-conjunctival nebst Scheiden für die intrakapsulären Teile der Musculi recti bildet. Da er ferner nachwies — worauf ich noch weiter unten zurückkomme —, dass die Augenmuskeln bei ihrem Durchgang durch die Kapsel intim mit dieser verbunden sind, meinte er, dass die Bedingungen für die oben erwähnten Phänomene sehr wohl in der anatomischen Anordnung des Muskel- und Fascienapparats um das Auge herum vorhanden seien.

Bonnet's Beschreibung der Tenon'schen Kapsel zeigt eine gute Übereinstimmung mit der Tenon's. Der einzige wesentliche Unterschied scheint der zu sein, dass Bonnet in Übereinstimmung mit einigen seiner nächsten Vorgänger, aber abweichend von Tenon, die Kapsel am Fornix conjunctivae ein dünnes Blatt abgehen liess, das, bedeckt von der Conjunctiva bulbi, sich dem vorderen Teil der Sclera entlang schmiegte (fascia sous-conjunctival). Nichtsdestoweniger hat Bonnet in einer seiner Arbeiten ausdrücklich angegeben, dass die von ihm beschriebene Membran keineswegs identisch mit der von Tenon entdeckten Kapsel, sondern eine von derselben wohl zu unterscheidende Bildung sei. Die Membran, die Bonnet beschrieben hatte, war seiner Ansicht nach etwas Neues, das vorher der Aufmerksamkeit der Untersucher entgangen war. In einer späteren Arbeit scheint er jedoch diese Ansicht aufgegeben zu haben, indem er nun Tenon das Verdienst zuschreibt, „la

capsule oculaire“ entdeckt zu haben. Und der objektive und aufmerksame Leser von Tenons und Bonnets Schriften kann auch nicht anders als zu der Auffassung gelangen, dass die beiden Forscher bei ihren Untersuchungen dieselbe membranöse Bildung vor sich gehabt haben müssen. Man sieht aber hieraus, wie die Beschreibungen der Autoren den Lesern Anlass zu verschiedenen Deutungen mit dadurch bedingten Divergenzen in der Auffassung geben können, eine Schwierigkeit, die uns nicht nur an dieser Stelle in der Geschichte der Tenonschen Kapsel entgegentritt.

Bonnet hat bezüglich der Beschreibung der eigentlichen Kapsel selbst nichts wesentlich Neues zu dem hinzugefügt, was Tenon und die übrigen Vorgänger mitgeteilt hatten. Seine Arbeiten über die C. T. haben jedoch aus im folgenden noch zu erwähnenden Gründen eine solche Berühmtheit erlangt, dass die Kapsel in der Literatur auch unter der Bezeichnung „Bonnettsche Kapsel“ geht. Übrigens hat man auch sowohl Tenons als Bonnets Namen gleichzeitig daran geknüpft und aus Gründen, die mir unbekannt sind, und die ziemlich unverständlich erscheinen, den hinteren Teil der Membran bis zur Passage der geraden Augenmuskeln „Bonnettsche Kapsel“ und den vorderen Teil, der nach vorn von der ebenerwähnten Stelle liegt, „Tenonsche Kapsel“ genannt.

So gut wie alle älteren Autoren haben in Übereinstimmung mit dem Obigen die C. T. am Fornix conjunctivae in die Augenlider übertreten und bis zum Tarsus hingehen lassen. Mehrere haben geglaubt, sie von da aus noch weiter bis zum Orbitalrande verfolgen zu können. Einige haben auch die Periorbita zur Kapsel gerechnet und dadurch derselben eine Ausdehnung längs der Orbitalwand bis zur Spitze der Orbita hin erteilt. Nun stösst man indessen betreffs des vorderen Verlaufes der Kapsel noch auf eine andere Auffassung, die grosse Verbreitung besitzt. Man trifft sie besonders bei Autoren aus jüngerer Zeit an.

Nach der Ansicht dieser letzteren soll die Kapsel nämlich am Fornix keineswegs in die Augenlider übergehen. Vielmehr wird angegeben, entweder dass sie bereits am Fornix aufhört, oder dass sie — und das ist die gewöhnliche Ansicht — unter der Conjunctiva bulbi dem Bulbus entlang bis zu einer grösseren oder geringeren Entfernung von dem peripheren Rande der Cornea weitergeht, woselbst man sie dann in verschiedener Weise enden lässt.

Diese wesentliche Verschiedenheit in der Schilderung der vorderen Ausbreitung der Kapsel muss eigentümlich erscheinen. Gleichwohl dürfte sich dafür eine Erklärung finden lassen, die in diesem Zusammenhange jedoch nur angedeutet werden kann.

Eine solche Erklärung scheint sich nämlich in dem Umstande darzubieten, dass dieselben Gewebsformationen sehr wahrscheinlich von verschiedenen Autoren verschieden gedeutet und in Überein-

stimmung damit unter verschiedenen Namen beschrieben worden sind. So sind offenbar gewisse Bildungen, die von einigen Forschern der C. T. zugerechnet und als kontinuierliche Fortsetzung derselben angesehen worden sind, von anderen Forschern aus ihrem Zusammenhange mit der Kapsel gerissen und als selbständige, isolierte Bildungen unter Bezeichnungen wie „faisceaux tendineux“, „Fascienzipfel“ usw. beschrieben worden. Eine ähnliche und vielleicht wichtigere Ursache für die erwähnte Divergenz ist mit grösster Wahrscheinlichkeit darin zu suchen, dass die Müllerschen Augenlidmuskeln, die erst nach der Mitte des 19. Jahrhunderts entdeckt wurden, makroskopisch als graugelbe Membranen erscheinen, die dem unbewaffneten Auge täuschend Bindegewebslamellen ähnlich sehen. Da nun diese in den Augenlidern liegenden, zu wesentlichem Teile aus glatter Muskulatur bestehenden Membranen nach hinten hin sich mit der C. T. verbinden, so können sie bei einer Untersuchung, die nur in makroskopischer Präparation besteht, leicht als zu den Augenlidern hin verlaufende direkte Fortsetzungen der Kapsel aufgefasst werden. Doch ist zu bemerken, dass die angedeutete Erklärung nicht in allen Fällen ausreicht. So hat z. B. schon Fr. Arnold (1851) in seinem anatomischen Handbuch die Kapsel nach vorn hin ausschliesslich unter der Conjunctiva bulbi verlaufen lassen, und doch hat er keine als Fascienzipfel in die Augenlider ausstrahlenden Bildungen erwähnt oder von den glatten Augenmuskeln Kenntnis besessen.

Wenn nun für viele Autoren, besonders für solche aus späterer Zeit, gemeinsam ist, dass sie die C. T. von den Augenlidern ausschliessen, so herrscht unter ihnen doch keine Einigkeit darüber, wohin die vordere Grenze der Kapsel zu verlegen ist.

Nach Sappey, der sich energisch gegen die zuerst von Hélié ausgesprochene und dann von Richet u. a. gebilligte „Zipfelmützen“-Theorie gewandt hat, geht die Kapsel von dem Fornix conjunctivae längs dem Bulbus unter der Conjunctiva bulbi bis zum Cornealrande hin fort und endet dort mit Insertion in der Conjunctiva. Diese vordere, unter der Conjunctiva bulbi liegende Kapselpartie ist offenbar schon lange vor Sappey bekannt gewesen, ist aber von Autoren, die die C. T. in die Augenlider übergehen lassen, als nur einen unbedeutenden Anhang zur Kapsel darstellend beschrieben worden, welcher Anhang in der Gegend des Fornix conjunctivae oder des Äquators des Bulbus sich von der Innenseite der Kapsel trennt. Es dürfte nämlich dieselbe Lamelle sein, die unter dem Namen „fascia sous-conjonctival“ zum erstenmal von Malgaigne erwähnt worden ist.

In Übereinstimmung mit Sappey lassen nun viele Autoren die C. T. sich bis ganz oder nahe an den Hornhautrand heran erstrecken. Dort lassen sie die Kapsel dadurch enden, dass sie sich an der Conjunctiva (Luschka 1867, Merkel 1874, Thane 1894, Testut 1899 u. a.) oder an der Sclera (Boucheron 1879,

Lockwood 1885 u. a.) inseriert, oder auch allmählich ohne Insertion, weder an der Conjunctiva noch an der Sclera, aufhört (Soelberg-Wells 1869). Nach Gerlach (1880) dagegen erstreckt sich die Kapsel nicht weiter als bis zur Grenze zwischen dem hinteren und mittleren Drittel des Abstandes vom Cornealrande bis zum Fornix conjunctivae, wo sie in die Conjunctiva bulbi übergeht. Einige Autoren lassen die Kapsel in der Gegend der Insertion der geraden Augenmuskeln an der Sclera aufhören (Henle 1866, Magni 1868), während wiederum andere sie bereits am Fornix conjunctivae enden lassen (H. Virchow 1902).

Der Bericht über die verschiedenen Angaben, die sich in der Literatur betreffs der vorderen Ausdehnung der Tenonschen Kapsel finden, ist hiermit zu Ende. Die Ansichten gehen nun aber auseinander auch betreffs der Grenze der Ausbreitung der Kapsel nach hinten und ihres Verhältnisses zum Sehnerven.

Wie bereits angegeben, meinten mehrere ältere Autoren (Tenon, Ferral, Hélié), dass die Kapsel vom Bulbus aus nach hinten hin als eine dünne Scheide um den Nervus opticus bis zum Foramen opticum hin fortgeht. Es ist dies eine Auffassung, der sich auch spätere Forscher (Soelberg-Wells 1869) angeschlossen haben, und die auch in unserer Zeit nicht der Vertreter entbehrt (Motais 1903). Zu ihnen sind auch Schwalbe und wohl viele andere zu rechnen, die mit ihm annehmen, dass der Sehnerv von einem sog. supravaginalen Raum umgeben ist; ich komme hierauf noch weiter unten sogleich zurück. Einige Autoren lassen die Kapsel zwar nicht bis zum Foramen opticum, aber doch eine kürzere oder längere Strecke längs dem Sehnerven gehen, um früher oder später mit der Dural-scheide des Nerven zu verschmelzen (Gerlach 1880, Tillaux 1890).

Viele lassen die Kapsel sich bis zum Sehnerven, aber nicht weiter erstrecken. Dort soll sie sich mit der Duralscheide des Sehnerven (Panas 1873) oder mit der Sclera (Lockwood 1885) verbinden oder sich in der Furche zwischen der Nervenscheide und der Sclera befestigen (Sappey 1888, Testut 1899, H. Virchow 1902).

Andere wieder meinen, dass die Kapsel nicht einmal den Sehnerv erreicht. Diese Autoren lassen sie entweder nach dem Sehnerv hin sich allmählich in ein Maschenwerk von Fasern auflösen, das die Art. et nerv. ciliares hindurchlässt (Linhart 1859, Luschka 1867); oder auch in einigem Abstände von dem Nerven sich an der Sclera inserieren (Merkel und Kallius 1901), oder endlich mit freiem Rande enden (Henle 1866); nach diesen letzteren soll der Bulbus also auf einem unregelmässig runden Gebiet von 1 cm Durchmesser oder mehr um den Nervus opticus herum der Kapselbekleidung entbehren

Aus dem hier über die Ausbreitung der Tenonschen Kapsel Angeführten geht hervor, dass durch Literaturstudium allein es nicht möglich ist, sich eine zuverlässige Vorstellung von der Ausdehnung und der allgemeinen Anordnung der Kapsel zu bilden. Völlig unvereinbare Angaben treten einem entgegen. In der Stufenleiter divergierender Ansichten werden sozusagen die äussersten Pole von Hélié und Henle repräsentiert. Hélié, der die Kapsel mit einer Zipfelmütze vergleichen zu können glaubte, hat derselben eine grössere Ausdehnung zuerteilt als irgend ein anderer. Henle wiederum hat mehr als ein anderer die Ausbreitung derselben beschränken wollen, denn nach ihm ist die Kapsel auf der Hinterseite des Bulbus von einem grossen, unregelmässigen Loch durchbrochen, und auf der Vorderseite verliert sie sich in der Gegend der Insertion der geraden Augenmuskeln an der Sclera. Für Henle erhielt daher die C. T. das Aussehen eines den Bulbus umschliessenden Gürtels, welchen Vergleich Henle auch anwandte. Zipfelmütze — Gürtel, das sind die Ausdrücke für die Extreme in einer ganzen Serie verschiedener Anschauungen, in der die Übergänge sukzessiv durch Anschauungen geschehen, welche durch die Ausdrücke Trichter, Diaphragma und Kapsel gekennzeichnet werden. Für die Feststellung, wo in dieser Serie die Wahrheit liegt, bietet die Literatur kaum einen Anhaltspunkt. Denn es verhält sich nicht nur so, dass Verschiedenheit in der Auffassung zwischen Forschern aus verschiedenen zeitlichen Perioden herrscht. Auch zeitgenössische Forscher haben weit auseinandergehende Standpunkte eingenommen.

Die Ansichten wechseln indessen nicht nur bezüglich der Ausbreitung der Kapsel, auch in einer anderen, nicht weniger fundamentalen Hinsicht herrschen Meinungsverschiedenheiten.

Die meisten Autoren haben mit Tenon nur eine einzige Kapsel um den Bulbus herum beschrieben. Nun ist jedoch zu beachten, dass es Forscher gibt, die geltend gemacht haben,

dass der Bulbus nicht nur von einer, sondern von zwei, anatomisch und physiologisch verschiedenen Kapseln umschlossen wird, die konzentrisch die eine um die andere herumliegen.

Da die Frage nach der Anzahl der Kapseln als eine der wichtigsten zu bezeichnen ist, muss auch sie hier etwas näher berührt werden. Dies muss übrigens um so berechtigter erscheinen, als der Umstand, dass einige Autoren in mehr oder weniger deutlichen Worten zwei Kapseln beschreiben, wo andere nur eine finden, geeignet ist, Schwierigkeiten in den Weg zu legen, wenn man die Wanderung durch die diesbezügliche Literatur beginnt.

Andeutungen in der fraglichen Richtung findet man unter anderem bei Sappey. Er sagt nämlich, dass die C.T. an dem Bulbus durch ein feines und lockeres Gewebe adhärirt, „qui a pu être considéré comme une sorte de séreuse rudimentaire“. Diese Auffassung von einer „rudimentären Serosa“ auf der Innenseite der C.T. kehrt mehr oder minder deutlich bei mehreren Autoren wieder. Andere haben dann die letzte Konsequenz gezogen und statt einer rudimentären Serosa eine vollständige und wohlausgebildete Membran beschrieben.

Die Auffassung von zwei vollständigen Membranen oder Kapseln um den Bulbus herum trifft man zum erstenmal, kann man sagen, bei Bonnet an, wenn er meint, dass die von ihm beschriebene Fascienbildung nicht identisch mit Tenons Kapsel sei, sondern dass letztere innerhalb der ersteren liege. Da Bonnet indessen später diese Ansicht, die offenbar auf einem Missverständnis der Darstellung Tenons beruhte, aufgeben zu haben scheint, so dürfte mit grösserem Recht Budge (1859) als der erste zu bezeichnen sein, der zwei Fascien um den Bulbus herum beschrieben hat. Die Anschauung, die später sich bei Magni (1868) und Schwalbe (1870) wiederfindet, hat ihre klarste Formulierung durch Lockwood (1885) und Motais (1887) erhalten. Lockwood schreibt (S. 20): „The capsule of Tenon, in reality, consists of two very distinct layers; an external, which is tough, mattes and resisting and an internal, which is soft, loose and yielding.“

Motais, der mehr als alle anderen Zeit und Mühe auf das Studium der Anatomie des orbitalen Bindegewebsapparates verwendet hat, vertritt eine sehr eigentümliche prinzipielle Auffassung von der C.T., zu der er durch vergleichend anatomische Studien derselben hingeführt worden ist. Die weitläufige Arbeit, in der er die Ergebnisse seiner Untersuchungen niedergelegt hat, enthält mancherlei

interessante Ideen und originelle Gesichtspunkte, und wenn auch viele von diesen — wenigstens was den Bindegewebsapparat in der menschlichen Orbita betrifft — kaum die Probe einer eingehenden Kritik bestehen dürften, so birgt die Arbeit doch immer noch Wertvolles genug, um einen hervorragenden Platz in der Literatur über die C. T. zu verdienen. Aus dem reichhaltigen Inhalt möge in diesem Zusammenhange nur hervorgehoben werden, dass der Bulbus als von zwei vollständigen Kapseln umschlossen angegeben wird. Von diesen soll die äussere — „capsule externe“ — aus der orbitalen Muskelfascie („l'aponévrose commune des muscles“) hervorgehen und nach vorn und der Peripherie hin bis zum Orbitalrande fortgehen, wobei sie ungefähr am Äquator des Bulbus eine „fascia sous-conjonctival“ entsendet. Von der inneren Kapsel — „capsule interne“ — sagt Motais: „Au-dessous cette capsule externe on trouve une membrane mince, transparente, en forme de sphère creuse, qui enveloppe le globe oculaire depuis le nerf optique jusqu'à la ligne d'insertion des muscles. — — C'est la membrane séreuse de l'œil.“ — Der gleiche Standpunkt wird von Königstein (1898) eingenommen.

Eigentümlicherweise scheint die Mehrzahl der Autoren, die zwei Kapseln angenommen haben, nicht die äussere, sondern die innere mit der Membran identifiziert zu haben, die von Tenon ihre erste ausführliche Beschreibung erhalten hat. In der oben gegebenen Darstellung ist eine entgegengesetzte Auffassung geltend gemacht worden. Meiner Ansicht nach ist nämlich von den zwei Kapseln, welche die Forscher um den Bulbus herum zu finden geglaubt haben, die äussere die Bildung, die in erster Linie der Membran Tenons entspricht. Eine einfache Überlegung scheint mir zu ergeben, dass dies der Fall sein muss.

Vor Tenon glaubte man so gut wie allgemein, dass der Bulbus in direkter Berührung mit dem Orbitalfett lag. Folglich wusste man da im allgemeinen nichts von der einen wie von der anderen Kapsel. Die Forscher, die das Vorkommen zweier Kapseln verfochten, haben einstimmig die innere als eine sehr dünne Membran geschildert, die beträchtlich schwieriger nachzuweisen sei als die wenigstens in einem Teil ihrer Ausdehnung dickwandige äussere Kapsel. Es fragt sich da: ist es anzunehmen, dass von den etwaigen zwei Membranen, die sich zwischen den Bulbus und die Fettschicht einschieben, Tenon — und mit ihm alle Forscher, die nur eine Kapsel beschrieben haben — die dickere und kräftigere, d. h. die äussere übersehen haben sollte, während er die dünnere und schwächere, d. h. die innere, wahrgenommen hätte? Die Antwort dürfte nur auf eine Weise ausfallen können. Die sog. äussere Kapsel ist es, die Tenons Aufmerksamkeit auf sich gezogen hat. Im übrigen aber liegt ja auch die Vermutung nahe, dass die von Tenon beobachtete Membran weder der äusseren noch der inneren Kapsel, sondern vielleicht am ehesten beiden zusammen entspricht.

Es erübrigt nun noch, eine dritte Kardinalfrage zu berühren. Sie betrifft den zwischen der Tenonschen Kapsel und dem Bulbus gelegenen — virtuellen — Raum, der als Tenonscher Raum (Schwalbe) bezeichnet worden ist. Es herrschen verschiedene Ansichten darüber, wie dieser Raum zu charakterisieren ist.

Linhart (1859) charakterisierte ihn als eine Bursa mucosa.

Öfter ist er jedoch als ein Gelenkraum aufgefasst worden. Weit verbreitet ist nämlich die Vorstellung, dass der Bulbus mit der C. T. in mechanischer Hinsicht einem Gelenk gleichzustellen ist. Luschka (1867), der einen solchen Standpunkt einnahm, sagt von der Tenonschen Kapsel, dass sie „eine unzweifelhaft synoviale Formation“ ist, die zur Erleichterung der Bewegungen des Bulbus eine geringe Menge Synovia absondert. „Durch vermehrte Ansammlung der normalmässig nur spurweise vorhandenen synovialen Feuchtigkeit kann ohne Frage ein gewisser Grad von Exophthalmus herbeigeführt werden.“

Der Tenonsche Raum ist nun aber auch zu einem ganz anderen Organsystem als dem Bewegungsapparat gerechnet worden, nämlich zu dem Lymphgefässsystem. Diese Ansicht, die auf Bogros zurückgehen soll, wurde mit Bestimmtheit zum erstenmal im Jahre 1869 von Schwalbe (1870) ausgesprochen. Er glaubte damals nachgewiesen zu haben, dass der Raum ein Glied eines wichtigen Abflussweges für die vom Bulbus herströmende Lymphe bildet. Schwalbe betrachtete somit den Tenonschen Raum als einen Lymphraum.

Diese Ansicht drang sofort durch und ist die bei Anatomen und Ophthalmologen bis in unsere Tage fast allgemein herrschende geblieben. Kein Wunder, denn Schwalbe hat als Stütze für seine Auffassung Tatsachen herangezogen, die auf den ersten Blick hin die Richtigkeit derselben zu beweisen

scheinen, und die später auch von anderen bestätigt worden sind. Und dass die Schwalbeschen Untersuchungsergebnisse mit grosser Befriedigung aufgenommen wurden, ist gleichfalls ganz natürlich, wenn man bedenkt, dass die Lymphbahnen des Auges zuvor so gut wie unbekannt waren, und dass man erwarten konnte, dass die Kenntnis derselben grosse Bedeutung sowohl für die praktische Ophthalmologie wie für das Verständnis gewisser okulärer Fragen theoretischer Art erhalten würde.

Da Schwalbes Ansicht grossen Anhang gefunden hat, und da der Frage grosse Bedeutung beizumessen ist, gehe ich mit einigen orientierenden Worten näher auf sie ein.

Schwalbes Beweise für die Eigenschaft des Tenonschen Raumes als Lymphraum waren hauptsächlich die beiden folgenden:

1. Die Wände des Raumes sollen auf der Innenseite vollständig mit Endothelzellen oder — wie Schwalbe sich ausdrückte, da es ihm nicht gelang, die Endothelzellen zu isolieren — mit einem Endothelhäutchen bekleidet sein. Dies in Übereinstimmung mit allen anderen bekannten Lymphräumen.

2. Der Raum soll in offener Verbindung mit anderen Räumen stehen, die, wie man sicher weiss, Lymphe enthalten.

Die Richtigkeit des unter 2. Angeführten hat Schwalbe durch an Tieren vorgenommene Injektionen zu erweisen versucht. Er fand, dass die Injektionsflüssigkeit bei Injektion in den sog. suprachoroidalen Raum (zwischen Chorioidea und Sclera) längs den Venae vorticosae durch die Sclera nach der Aussenseite des Bulbus hindrang, wo sie sich im Tenonschen Raum sowohl nach vorn wie auch besonders nach hinten ausbreitete. Hieraus folgte er, dass die beiden Räume mittels um die Vortexvenen herum belegener Lymphräume („perivaskuläre Lymphräume“) miteinander kommunizieren. Bei derartigen Injektionen gelang es ihm, die Injektionsflüssigkeit von dem Tenonschen Raum aus dem Sehnerven entlang nach hinten zu treiben, in einem Falle bis zum Foramen opticum hin. Dies veranlasste ihn, Injektionen in den cerebralen Subduralraum zu machen, wobei die Flüssigkeit durch das Foramen opticum nicht nur in den zwischen der Dural- und der Arachnoidalscheide des Sehnerven belegenen, nach Schwalbes Bezeichnung subvaginalem Raum, sondern auch auf der Aussenseite der Duralscheide nach dem Bulbus hin vordrang und den Tenonschen Raum ausfüllte, von wo aus sie längs der Venae vorticosae in den suprachoroidalen Raum

eintrat. Damit erachtete Schwalbe es für bewiesen, dass der Tenonsche Raum mit dem cerebralen Subduralraum, dessen Zusammenhang mit dem Lymphgefäßsystem er gleichzeitig nachwies, durch einen auf der Aussenseite der Duralscheide des Sehnerven befindlichen Raum, von ihm supravaginaler Raum genannt, in offener Verbindung steht. Der Tenonsche und der supravaginale Raum sollten in Verbindung mit den perivaskulären Lymphräumen um die Vortexvenen herum einen der wichtigsten Abflusswege für die Lymphe vom Auge her bilden.

Übrigens führten die Injektionsresultate Schwalbe zu einer eigenartigen Auffassung betreffs der C. T. Da er fand, dass die in den Tenonschen Raum gelangte Injektionsmasse zwischen den geraden Augenmuskeln sich nach vorn bis zur Cornea hin, an diesen Muskeln aber nur bis zu ihren Insertionen an der Sclera, ausbreitete, so zog er daraus den Schluss, dass die C. T. an den erstgenannten Stellen sich bis zum Cornealrande hin erstreckt, während sie im übrigen schon bei den Muskelinsertionen aufhört. Und bezüglich der Ausbreitung der Kapsel nach hinten hin kann ihm wohl die Ansicht zugeschrieben werden, dass die Kapsel in einigem Abstände vom Sehnerven nach hinten abbiegt und den Nerven nebst dessen Scheiden bis zum Foramen opticum hin umschliesst. Diese den Sehnerven umgebende hintere Fortsetzung der C. T. sollte die periphere Wand und die Duralscheide des Nerven — oder genauer bestimmt, eine der Duralscheide aufliegende, von der äusseren Sclerooberfläche herkommende dünne Bindegewebsschicht — die centrale Wand in dem oben erwähnten supravaginalen Raume bilden. Der Tenonsche Raum erhielt als innere Wand die erwähnte Gewebsschicht auf der Aussenseite der Sclera und als äussere Wand zwei concentrisch gelagerte Membranen. Die innere dieser beiden Membranen nannte Schwalbe *Fascia Tenoni* und wollte wohl dadurch zu erkennen geben, dass er dieselbe als identisch mit der von Tenon beschriebenen Membran betrachtete. Unter *Capsula Tenoni* dagegen verstand er die „*Fascia Tenoni*“ im Verein mit der eben erwähnten dünnen Gewebsschicht auf der Sclera. Die C. T. sollte also gleich den serösen Membranen aus einem parietalen und einem visceralen Blatt mit einem dazwischen liegenden Raume — dem Tenonschen Raume — bestehen. Sowohl der Tenonsche als der supravaginale Raum sollten mit Endothel ausgekleidet sein. Diese eigentümliche Auffassung, die auch Anhänger gefunden hat (Waldeyer), hat Schwalbe später insofern modifiziert, als er in seinem Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane (1887) nicht mehr verschiedene Blätter in der Kapselwand unterscheidet. — Aber noch 1903 findet sich bei Wilmart (1903) die Vorstellung, dass die C. T. aus zwei durch den Tenonschen Raum geschiedenen Blättern besteht: „l'un, mince, viscéral; l'autre, plus épais, pariétal“.

Schwalbes Behauptung, dass der suprachoroidale Raum durch Lymphscheiden um die Vortexvenen herum, durch den Tenonschen und den supravaginalen Raum in offener Kommunikation mit dem cerebralen Subduralraume steht, ist so gut wie allseits akzeptiert worden. Seine Injektionsversuche sind von anderen wiederholt und ihre Resultate im grossen und ganzen bestätigt worden (Michel 1872, Key und Retzius 1875 u. a.). Soweit mir bekannt, sind es nur ein paar Stimmen, die sich dagegen erhoben haben.

Ungefähr zwanzig Jahre nach Schwalbe wurde eine Nachuntersuchung von Langer (1890) ausgeführt. Er erkennt den Injektionsversuchen eine Beweiskraft ab. Die Existenz perivaskulärer Lymphräume um die Vortexvenen herum wird bestritten, denn zwischen der Sclera und der Gefässwand kann in den beiden äusseren Dritteln des Durchtrittsloches eine innige Verlötung beobachtet werden. Vor allem auf gewisse histologische Verhältnisse sich stützend, zieht er ferner betreffs des Tenonschen Raumes — bezüglich dessen er übrigens die eigentümliche Behauptung aufstellt, „dass er als solcher nur zwischen den Sehnen der Augenmuskeln und der Sclera, also nur vor dem Äquator existiert“ — den Schluss, dass er nicht als ein Lymphsack anzusehen ist. Über den supravaginalen Raum äussert er sich nicht.

H. Virchow schliesst sich in Graefe-Saemischs Handbuch (1908) bezüglich der Existenz von Lymphscheiden um die Vortexvenen herum an Langer an. Betreffs des Tenonschen Raumes bemerkt er, dass die Begriffe „Lymphraum“ und „Gelenkraum“ einander nicht ausschliessen, sondern dass beide Betrachtungsweisen gleichzeitig zur Anwendung gelangen können. Dagegen bestreitet er, dass es sich um einen Lymphweg handle, denn der Weg setzt Bewegung voraus, und er stellt in Abrede, dass der Tenonsche Raum als eine Bahn für die Fortbewegung der Lymphe angesehen werden dürfe. In einer Spezialarbeit über die C. T. (1902) berührt Virchow die Frage nach dem Vorhandensein des supravaginalen Raumes, ohne jedoch Stellung dazu zu nehmen.

Langers und Virchows Einwände sind ungehört verklungen (Leber 1903, Birch-Hirschfeld 1909). Die Frage der Existenz des supravaginalen Raumes und danach, ob der Tenonsche Raum als ein Lymphraum in Schwalbes Sinne charakterisiert werden kann, harret andauernd einer endgültigen Antwort.

b) Eigene Untersuchungen.

Material und Untersuchungsmethoden.

Die Hauptmethode für eine Untersuchung der Ausbreitung und allgemeinen Anordnung der Tenonschen Kapsel ist in unseren Tagen keine andere als die, welche zu Tenons Zeit zu Gebote stand. Obwohl die technischen Hilfsmittel anatomischer Forschung heutzutage reichlicher und von anderer Art als vordem sind, so bildet doch immer noch die makroskopische Präparation den Weg, auf dem ein grundlegender Einblick in die hier behandelten Bindegewebsformationen am sichersten zu erlangen ist. Schnitte in verschiedenen Richtungen durch die Orbita mit Inhalt können erwiesenermassen, wenn solche allein zur Anwendung kommen, zu irrümlichen Auffassungen führen. Dies ist besonders bei bindegewebsgefärbten Mikrotomschnitten der Fall, an denen es manchmal schwer oder sogar unmöglich ist, ohne vorher durch makroskopische Dissektion erworbene Orientierung die Stärke und den gegenseitigen Zusammenhang wahrnehmbarer Bindegewebsbildungen zu beurteilen oder von diesen Bildungen eine plastische Vorstellung zu erhalten. Dieser Umstand darf jedoch andererseits nicht zu einem vollständigen Verzicht auf mikroskopische Untersuchungsmethoden führen. Die Regel, dass Einseitigkeit zu vermeiden ist, gilt auch hier. Denn es zeigt sich, dass, nachdem man mit Hilfe des Messers an makroskopischen Präparaten sich in der Orbita orientiert hat, die Mikrotomschnitte oft geeignet sind, makroskopisch gemachte Beobachtungen in wertvoller Weise zu bestätigen und zu ergänzen oder eventuell zu berichtigen.

In Übereinstimmung hiermit hat die Untersuchung des Bindegewebsapparates in der Orbita bestanden teils und vor allem in makroskopischer Präparation des Orbitalinhalts, teils darin, dass Mikrotomschnitte in verschiedenen Richtungen

durch den Orbitalinhalt in toto oder durch besondere Teile desselben gelegt wurden.

Für die makroskopische Präparation wurden sowohl frische als in verschiedenen Flüssigkeiten gehärtete Orbitae verwendet. Jede dieser beiden Materialarten hat ihre Vorteile, aber auch ihre Misslichkeiten. In dem frischen Material sind die Gewebe weich und weniger schwer zu dissekieren, aber ihre gegenseitige Topographie geht bei der Dissektion leicht verloren. In stark härtenden Fixierungsflüssigkeiten, wie in Formalin, behalten die Gewebe während der Präparation besser ihre normale Lage, aber sie werden hart, unnachgiebig und sind im ganzen genommen schwerer zu hantieren als in frischem Zustande. Eine für die Präparation angenehme und für die meisten Zwecke verhältnismässig gute Konsistenz erhält das Material in 60%igem Alkohol.

Zur Schnitthanfertigung bestimmtes Material wurde in Formalinspiritibus fixiert und gehärtet. Der ganze Orbitalinhalt mit der Periorbita wurde im Zusammenhang aus der Orbita entfernt und einige Tage hindurch in einer Mischung von 1 Teil Formalin und 7 Teilen 96%igem Alkohol aufbewahrt. Der Bulbus wurde mittels hineingestopfter Watte gespannt erhalten und das Präparat in der Härtingsflüssigkeit an einem an der hinteren Spitze desselben befestigten Faden hängen gelassen. Dadurch wurde eine Deformation des Präparats verhindert und feste Konsistenz bei erhaltener Form erzielt. Auf diese Weise sind — ohne Dekalzierung — nach Celloidineinbettung schöne Schnitte durch den ganzen Orbitalinhalt mit den Geweben in normaler Lage erhalten worden.

Die Schnitte wurden mit v. G i e s o n s Fuchsin-Pikrinsäuremischung nach vorheriger Hämatoxylinfärbung gefärbt. Weigerts Resorcinfärbung wurde zum Nachweis elastischen Gewebes benutzt.

Sowohl für die Präparation als für die mikroskopische

Untersuchung kamen hauptsächlich Orbiten von erwachsenen Individuen zur Anwendung.

Was nun die Präparation der Capsula Tenoni selbst betrifft, so kann man natürlich auf vielerlei Weisen zuwege gehen. Wird der Bulbus nach der Bonnetschen Methode enukleiert, so findet man sofort, dass der Bulbus nicht in Kontakt mit dem Orbitalfett liegt, sondern zunächst von einer grauweissen Bindegewebsmembran umgeben ist, die bei der Eukleation in ihrer Lage bleibt, die Innenseite einer halbsphärischen, nach vorn hin offenen Einsenkung oder Höhlung im vordersten Teile der Orbita begrenzend. Durch diesen Eingriff allein wird indessen die Membran, die eben die C. T. darstellt, nicht auf eine solche Weise blossgelegt, dass sich ein Studium ihrer Ausbreitung und ihrer Beziehungen zu der Umgebung im einzelnen vornehmen lässt. Bonnets Präparationsmethode ist sehr zweckmässig für einen raschen Nachweis der Existenz der Kapsel, unzureichend aber für die Erforschung ihrer Grenzen und Relationen sowie damit zusammenhängende Fragen.

Um einen möglichst allseitigen Anblick von der Kapsel zu erhalten, muss man mit dem Messer dieselbe von mehreren Seiten her angreifen. Man muss aus der isolierten Orbita, nachdem man Dach, Seitenwände und Boden in grosser Ausdehnung oder vollständig weggemeisselt, vorsichtig das Fett, sowohl das innerhalb als das ausserhalb des Muskelkegels befindliche, entfernen, um auf diesem Wege zur Aussenseite der Kapsel vorzudringen. In gleicher Weise behandelte Präparate, bei denen folglich die Kapsel in grossem Umfange zutage liegt, können zweckmässigerweise durch vertikale, horizontale oder in anderen Richtungen durch den Mittelpunkt des Bulbus gelegte Schnitte gespalten werden. Solche nach der Entfernung des Orbitalfettes gespaltene Präparate sind sehr geeignet, die Ausbreitung der Kapsel nach hinten und nach vorn hin, ihre Dicke in ver-

schiedenen Teilen, ihr Verhältnis zum Bulbus usw. zu zeigen. Um einen guten Einblick in die Ausbreitung der Kapsel nach vorn hin und ihr Verhältnis zu den Geweben daselbst zu erhalten, muss man auch den M. orbitalis nebst der darüberliegenden Haut entfernen, so dass das Septum orbitale freiliegt. An anderen Präparaten kann man nach Kreisschnitt durch die Conjunctiva in der Gegend des Fornix die Conjunctiva bulbi abpräparieren und so die Aussenseite der darunterliegenden Partie der C. T. blosslegen.

Mehrere verschiedene Präparationsmethoden sind im übrigen empfohlen worden. Es empfiehlt sich aber natürlich, wo Material in genügender Menge zur Verfügung steht, sich nicht einseitig an eine bestimmte Methode zu halten, sondern auf jede erdenkliche Weise zu versuchen, sich eine reale Vorstellung von dem Aussehen der Kapsel zu verschaffen. Dabei darf man auch nicht die Mikrotomschnitte vergessen.

Die allgemeine Beschaffenheit und Ausdehnung der Tenonschen Kapsel.

Es ist, wie gesagt, leicht festzustellen, dass der Bulbus von einer membranösen Bildung umschlossen wird. Man darf sich jedoch nicht vorstellen, dass diese Membran oder Kapsel aus einer nach aussen und innen wohlabgegrenzten, gleichmässig dicken Bindegewebshaut von dichter und fester oder allerorts gleichartiger Struktur.

Nach dem Bulbus hin kann der Kapsel zwar eine wenigstens makroskopisch wohlmarkierte Grenze in gewisser Weise zugesprochen werden, da sie mit grösster Leichtigkeit von der Sclera lospräpariert werden kann.

Diffus und schwer bestimmbar ist dagegen die makroskopische Begrenzung nach aussen hin gegen das orbitale Fettgewebe. Die Entfernung dieses Fettgewebes zur Freilegung der

Kapsel erfordert eine aufmerksame Präparation. Wird das Fett ohne genügende Behutsamkeit entfernt, so geschieht es leicht, dass auch die Kapsel stellenweise mitgeht und somit zerfetzt wird; diesem Missgeschick ist man besonders nach hinten zu in der Umgebung des Eintritts des Sehnerven in den Bulbus ausgesetzt. Wenn andererseits zur Vermeidung dessen das Fett nicht tief genug weggenommen wird, tritt natürlich die periphere Oberfläche der eigentlichen Bindegewebskapsel nicht zutage, sondern sie wird von der zurückgelassenen Fettschicht verdeckt, die auf diese Weise als eine äusserste Kapselschicht erscheinen kann. Sowohl das eine als das andere kann eine fehlerhafte Auffassung von der wirklichen Dicke und Ausbreitung der Kapselwand zur Folge haben.

Die Ursache dieser Schwierigkeit, die äussere Oberfläche der Kapsel freizulegen, liegt in dem anatomischen Verhältnis, das nicht nur bei der Präparation, sondern noch besser beim Studium der Schnitte konstatiert werden kann, und das auch in vielen Beschreibungen erwähnt wird, dass nämlich das Maschenwerk von Bindegewebsbalken und -blättern, das das orbitale Fett durchsetzt und die Fettlappen voneinander trennt, mittels zahlreicher Ausläufer nach vorn hin mit der Kapselwand zusammenhängt oder in sie übergeht. Diese Bindegewebsausläufer müssen abgeschnitten oder abgerissen werden, wenn die periphere Oberfläche der Kapsel von dem Orbitalfett befreit werden soll, und es ist klar, dass sie hierbei der Präparation einen gewissen Widerstand entgegensetzen, gleichwie sie die Abgrenzung der Kapselwand gegen das umliegende Fett undeutlich machen.

Übrigens geschieht es eigentlich nur bei der makroskopischen Präparation, dass die periphere Begrenzung der Kapsel schwer zu bestimmen ist. An Schnitten erweist sich mit Hilfe des Mikroskops die Abgrenzung gegen das Fettgewebe an den meisten Stellen als unerwartet deutlich ausgesprochen.

Mit der inneren, dem Bulbus zugewandten Oberfläche der Kapsel verhält es sich in dieser Beziehung umgekehrt.

Die meisten Autoren haben es unterlassen, sich über die makroskopische Beschaffenheit der Kapselwand und speziell über ihre Dicke näher auszusprechen. Und die Bemerkungen, die sich darüber finden, sind in der Regel sehr dürftig. Ein paar Ausnahmen finden sich wohl, aber diese sind zusammen nicht geeignet, dem Leser Gewissheit zu bringen, da sie, obwohl beide aus späteren Jahren herstammend, in entgegengesetzte Richtung gehen. Merkel und Kallius (1901) sagen nämlich von der Kapsel, dass sie aus einer verhältnismässig festen Membran besteht, die am mächtigsten unmittelbar hinter den an den Bulbus antretenden Muskeln ist; hinter dieser Stelle wird sie zwar dünner, besteht aber andauernd aus kräftigen Zügen, während sie nach vorn hin sich rasch zu einem „ungemein dünnen Häutchen“ verdünnt, „dessen Nachweis Schwierigkeiten machen kann“. Nach H. Virchow (1902) ist die Kapsel eine Bildung von verschiedener Struktur und verschiedener Dicke in verschiedenen Teilen; ihre dickste Partie hat die Kapselwand vorn unmittelbar hinter dem Fornix conjunctivae und verdünnt sich von dort aus in der Richtung nach hinten. Virchow verlegt demnach die mächtigste Partie an die Stelle, wo Merkel und Kallius die dünnste finden.

Werden durch die von aussen her präparierte Kapselwand meridionale Schnitte gelegt, so kann die Dicke der Wand leicht beobachtet werden. Auch mikroskopische Schnittpräparate bieten eine Möglichkeit hierzu. Man kann dann konstatieren, dass die Kapselwand an Dicke von dem Sehnerven aus in der Richtung nach vorn bis zum Fornix conjunctivae hin zunimmt, woselbst sie ihre grösste Mächtigkeit erreicht. Dies gilt für den ganzen Umkreis der Kapsel. Weit entfernt, von der Gegend des Äquators des Bulbus an bis zum Fornix hin aus einem „ungemein dünnen Häutchen“ zu bestehen, erreicht die Kapsel im

Gegenteil dort an gewissen Stellen des Umkreises — auf der medialen und unteren Seite — bis zu 3—4 mm Dicke. Ich trete also in dieser Beziehung der Ansicht Virchows bei.

Die Angabe Merckels und Kallius', dass die Kapsel auf einem Gebiete, in das Virchow und ich ihre dickste Partie verlegen, dünn bis zur Grenze des makroskopisch Nachweisbaren wäre, kann, wie Virchow meines Erachtens richtig vermutet, nicht anders als dadurch erklärt werden, dass diese Forscher den grösseren Teil der Kapselwand an der fraglichen Stelle in kleinere Bildungen aufgelöst haben, die sie von der Kapsel und voneinander isoliert und als selbständige Bindegewebsformationen aufgefasst und unter besonderen Namen beschrieben haben („Fascienzipfel“). Ich komme hierauf noch weiter unten zurück und werde dann auch Gelegenheit haben, meinen Standpunkt näher zu motivieren.

Wie ich nun die Kapselwand abgrenze, hat sie ihre kräftigste Ausbildung auf einem Gebiete, das gürtelförmig den Bulbus in der Gegend seines Äquators umschliesst. Wie verhält sich nun die Kapselwand hinter und vor dieser dicksten Partie?

Was die Beschaffenheit der Kapsel auf der Hinterseite des Bulbus betrifft, so lässt sich ohne Eingehen auf bedeutungslose Details — es liegen auch etwas verschiedene Verhältnisse in verschiedenen Teilen des Umkreises vor — in grösster Allgemeinheit sagen, dass die Kapselwand, die eine ansehnliche Dicke vom Fornix an bis zur Gegend der Öffnungen für den Durchtritt der geraden Augenmuskeln, also in einer meridionalen Ausdehnung von 5—10 mm, aufweist, danach dünner und dünner wird, je mehr sie sich dem Sehnerven nähert. Es erhebt sich da die Frage: wie weit nach hinten zu kann die Kapsel verfolgt werden, wohin ist ihre hintere Grenze zu verlegen?

Eine bestimmte Antwort oder eine kurze Antwort, die für jeden Fall passt, lässt sich nicht leicht auf diese Frage geben. Die Grenze ist eben schwer bestimmbar und in gewissen Fällen

unbestimmbar. Kleinere Variationen erhöhen auch die Schwierigkeiten für die Erteilung einer allgemein gültigen Antwort.

Dass die Kapselwand dünner wird, je näher sie dem Sehnerven kommt, ist nämlich nicht die einzige Ursache, weshalb es so schwierig ist, die hintere Grenze festzustellen. Ausserdem tritt auch in dem Verhältnis der Kapsel zum Bulbus eine Veränderung ein, die in demselben Sinne wirkt. Die Verbindung der Kapselwand mit der Sclera, die im grösseren Teile der Ausdehnung der Kapsel lose und locker ist, wird nämlich nach hinten zu allmählich fester, wodurch die Ablösung der Kapsel, die sich im allgemeinen leicht bewerkstelligen lässt, nach dem Nervus opticus hin auf einen mit abnehmender Entfernung vom Nerven zunehmenden Widerstand stösst; die Verbindung zwischen der Kapsel und dem Bulbus beginnt in einem Abstände von 5—6 mm von der Eintrittsstelle des Sehnerven in den Bulbus einen festeren Charakter anzunehmen. Das Verhältnis kann auch so ausgedrückt werden, dass die Kapsel mit der Sclera längs einer Fläche verwachsen ist, die in der nächsten Umgebung des Sehnerven liegt, deren Umfang nicht aber exakt angegeben werden kann, da die Verwachsung ganz allmählich eintritt. Zieht man ferner in Betracht, dass diese dünne und an der Sclera fest adhärierende Kapselwand nicht eine feste und starke, sondern eine sehr lockere und zerreissliche Membran ist, die überdies nur diffus gegen das retrobulbäre Fettgewebe abgegrenzt ist, weshalb die Kapsel bei der Entfernung des Fettes behufs Blosslegung der Kapsel gerade hier sehr leicht zerreisst, so darf es nicht verwundern, dass die Kapselgrenze schwer zu bestimmen ist, und dass verschiedene Forscher verschiedene Angaben über ihre Lage geliefert haben.

Als Regel habe ich gefunden, dass man bis zur Furche zwischen der Sclera und der duralen Sehnervenscheide die Kapsel verfolgen und mittels vorsichtiger Dissektion von dem Bulbus isolieren kann. Die Isolierung von der Sclera muss

indessen auf dem Gebiete dicht am Sehnerven mit scharfem Messer ausgeführt werden. In einigen Fällen geschieht es gleichwohl, dass die dünne und zerreissliche Kapselwand birst, bevor man in seiner Präparation den Sehnerven erreicht hat. Oft ist dies der Fall besonders auf der lateralen Seite des Nerven. Geht man nicht sowohl beim Wegschaffen des Orbitalfettes als bei der Abtrennung der Kapsel von dem Bulbus sehr behutsam vor, so kann die Kapselwand sogar rings um den Sehnerven herum zerreißen, und die Kapsel erhält dann den Anschein, als ende sie in einem Abstände vom Nerven mit freiem hinteren Rande. Meine Ansicht ist folglich die, dass die Kapsel der Regel nach sich als eine dünne, lockere und zerreissliche Bindegewebslamelle bis zum Eintritt des Sehnerven in den Bulbus erstreckt und sich in der Umgebung desselben an der Sclera mit einer Oberflächeninsertion befestigt (Figg. 1 u. 2, Taf. 1/2). Nur in Ausnahmefällen trifft es ein, dass die Kapsel nicht in der genannten Ausdehnung verfolgt werden kann, aber auch dann befestigt sie sich an der Sclera nicht weit vom Sehnerven.

Wenn L u s c h k a sagt, dass die Kapsel nach hinten zu dadurch endet, dass sie sich in ein Maschenwerk von Fasern auflöst, so liegt darin etwas Wahres, nämlich insofern, als die Kapselwand in der Nähe des Sehnerven oft spinnwebartig lose und locker ist. Dagegen liefert eine aufmerksame Präparation keine Stütze für H e n l e s Auffassung, dass die Kapsel mit einem freien hinteren Rande endet, und noch weniger für die von mehreren, besonders französischen Forschern vertretene Ansicht, dass die Kapsel sich eine längere oder kürzere Strecke nach hinten hin längs dem Nervus opticus fortsetzt.

Schwierigkeiten ähnlicher Beschaffenheit erheben sich auch gegen die Feststellung der Beziehungen der Kapsel nach vorn hin und gegen die Beantwortung der Frage: wie weit erstreckt sich die Kapsel nach vorn?

Die in einem Gürtel um den Äquator des Bulbus herum mächtig ausgebildete Kapselpartie erstreckt sich nach vorn bis zum Fornix conjunctivae hin, der in seinem ganzen Umkreise dem vorderen Rande des „Gürtels“ anliegt. Damit ist jedoch

nicht gesagt, dass die Kapsel — wie angegeben worden ist — auch am Fornix conjunctivae endete. Meiner Erfahrung nach ist dies auch gar nicht der Fall, vielmehr kann man die Kapsel weiter nach vorn hin verfolgen, und zwar teils dem Bulbus entlang unter unmittelbarer Bedeckung durch die Conjunctiva bulbi, teils in die Augenlider hinein, wo die Kapselausstrahlung in Beziehung zur Conjunctiva palpebralis tritt.

Dieses anatomische Verhältnis so auszudrücken, dass die Kapsel an dem Fornix conjunctivae sich in zwei Blätter spaltet, die divergierend nach vorn hin weitergehen, las eine dem Bulbus entlang, das andere in die Augenlider hinein, gewährt kaum eine richtige Vorstellung von dem wirklichen Bilde. Ein dieser Ausdrucksweise am ehesten entsprechendes Verhältnis findet man auf der lateralen Seite des Auges. An den meisten Stellen des Augenumkreises aber, und besonders auf der medialen und unteren Seite, besitzt die Kapselwand hinter dem Fornix eine Mächtigkeit, die die Gesamtdicke der beiden vorderen Kapselausbreitungen weit übertrifft, weshalb man nicht ganz einfach von einer Spaltung der Wand sprechen kann. Vielmehr darf man eher sagen, dass von dem Vorderrande des kräftigen Gürtels oder Ringes aus, den die Kapsel rings um den Äquator des Auges bildet, am Fornix zwei ganz schwache Bindegewebshäutchen oder Bindegewebsausstrahlungen abgehen und in der Richtung nach vorn hin verlaufen, wovon die eine längs dem Bulbus fortgeht, während die andere in das obere und untere Augenlid ausstrahlt. (Fig. 1.)

Diese beiden vorderen Ausbreitungen der Kapsel zeigen indessen nicht ganz das gleiche Verhältnis zur Conjunctiva.

Die dem Bulbus folgende Portion, die zwischen der Sclera und der Conjunctiva bulbi liegt, und die im grossen und ganzen dieselbe lockere Verbindung mit der Sclera wie die hinter dem Fornix belegene Kapselpartie hat, kann makroskopisch von der Conjunctiva als eine selbständige Membran lospräpariert werden.

Am Fornix und in der Nachbarschaft desselben gelingt die Lospräparierung mit grösster Leichtigkeit; je mehr man aber beim Sondern der beiden Membranen sich dem Cornealrande nähert, wird dieselbe schwieriger, teils weil die Verlötung zwischen den Häutchen immer fester wird, teils weil die Kapselmembran nach und nach dünner wird. Schliesslich, in der Nähe der Cornea, verschmelzen die beiden Häutchen zu einer einzigen Membran, die sich dann bis zum peripheren Rande der Cornea hin fortsetzt. (Fig. 1.) Diese letztgenannte Membran, die als wesentlich dem centralen Teil der Conjunctiva bulbi ausmachend aufzufassen sein dürfte, verhält sich zum Bulbus ungefähr in derselben Weise wie das hintere Ende der Kapsel. Sie geht mit der Sclera eine Verbindung ein, die an Festigkeit nach dem Cornealrande hin zunimmt; mit dem Messer kann sie jedoch bis zum Limbus conjunctivae von der Sclera lospräpariert werden.

Die dünne Membran, die so dem Obigen gemäss von der Hinterseite der Conjunctiva bulbi abgelöst werden kann, und die eine schwache vordere Fortsetzung der hinter dem Fornix befindlichen, dicken Kapselpartie bildet, dürfte die Bildung sein, die von einigen französischen Autoren als ein in der Gegend des Äquators des Bulbus von der Innenseite der Kapsel aus abgehender Anhang oder akzessorischer Ausläufer unter der Bezeichnung „fascia sous-conjonctival“ beschrieben worden ist. Im folgenden nenne ich in Übereinstimmung hiermit diese Membran *Pars subconjunctivalis Capsulae Tenoni* (Figg. 1 u. 2).

Viele von den widerstreitenden Angaben der Autoren über die Grenze der vorderen Ausbreitung der Kapsel finden ihre Erklärung bei der Präparation der *Pars subconjunctivalis C:ae T.* Die verhältnismässig schwache Ausbildung derselben hat zur Folge gehabt, dass sie von einigen Forschern übersehen worden ist; für diese hat dann die *C. T.* am Fornix sich ausschliesslich in die Augenlider hinein fortgesetzt, oder auch hat sie bereits am Fornix aufgehört. Für andere Forscher dagegen hat die *Pars subconjunctivalis* die ganze Fortsetzung der Kapsel vor dem Fornix gebildet, die Ansichten aber über die Grenze ihrer Ausbreitung und die Stelle ihrer vorderen Insertion

sind auseinander gegangen. Die Abweichungen in den Angaben scheinen teils darauf zu beruhen, dass die Ausdehnung, in welcher die *Conjunctiva bulbi* und das Kapselblatt voneinander gesondert werden können, verschieden ist, und zwar nicht nur bei verschiedenen Individuen, sondern oft auch an verschiedenen Stellen der Peripherie desselben Auges. Teils liegt die Ursache wohl auch in der Präparation selbst. Mit scharfem Messer und unter Beobachtung genügender Vorsicht kann man bisweilen das Spalten bis zum Rande der *Cornea* hin fortsetzen und die *Pars subconjunctivalis* in derselben Ausdehnung von der *Sclera* ablösen, in welchem Falle ja gesagt werden kann, dass die Kapsel sich bis zum *Cornealrande* hin erstreckt und sich dort an der *Sclera* befestigt. An anderen Stellen des Umkreises oder in anderen Fällen gelingt indessen auch beim besten Willen die am *Fornix* begonnene Spaltung nur bis zu einem Abstände von etwa 5 mm vom *Cornealrande*. Im allgemeinen ist das Spalten noch weitere zwei bis drei Millimeter, d. h. bis in die Nähe des genannten Randes möglich. Da nun die *Conjunctiva* und die Kapsellamelle dort zu einer gemeinsamen Membran verschmelzen und diese bis zum *Limbus conjunctivae* von der *Sclera* lospräpariert werden kann, so lässt sich ja mit einem gewissen Fug sagen, dass diejenigen Autoren recht haben, welche angeben, dass die Kapsel sich an der *Conjunctiva* in der Nähe der *Cornea* befestigt.

Die Portion der C. T., die zum oberen und unteren Augenlid hinget, verbindet sich mit der darunterliegenden *Conjunctiva palpebralis* schon an oder dicht vor dem *Fornix*, indem die Kapselausstrahlung hier in die *Tunica propria* der Bindehaut übergeht und mit ihr verschmilzt. Dieser Teil der Kapsel, der also überhaupt nicht oder höchstens nur dicht am *Fornix* von der Augenlidbindehaut lospräpariert werden kann, nenne ich *Pars palpebralis C:ae T.* (Fig. 1).

Die *Pars palpebralis* in dem unteren Augenlide bildet makroskopisch eine mächtigere Schicht als der entsprechende Teil im oberen Augenlide. Unter dem Mikroskop zeigt es sich, dass dies darauf beruht, dass in dem unteren Augenlide die fibröse Kapselausstrahlung reichlich mit Bündeln von glatter Muskulatur, die dem unteren Müllerschen Augenlidmuskel (*M. tarsalis inf.*) zugehört, gemischt ist. Der entsprechende Muskel im oberen Augenlide kann dagegen, wenn auch nicht ohne Schwierigkeit, als eine selbständige Lamelle von der Membran,

die durch die Verschmelzung der Bindehaut und der Pars palpebralis in diesem Augenlid gebildet wird, freipräpariert werden (Fig. 1). Die makroskopisch wahrnehmbare Pars palpebralis im unteren Augenlide entspricht also nicht nur dem Kapselteil im oberen Augenlid, sondern diesem Teil nebst der Müllerschen Muskelmembran daselbst und schliesst in Wirklichkeit zwei verschiedene Formationen in sich.

Wie Tenon u. a. die C.T. nach vorn vom Fornix nur in die Augenlider hinein sich fortsetzen lassen konnten, um im Anschluss an die Bindehaut zum Tarsus hinzugehen, ist leicht zu verstehen. Für ältere Forscher waren nämlich die später entdeckten glatten Augenlidmuskeln, die nach hinten zu mit der C.T. zusammenhängen, reine Bindegewebsmembranen. Und da diese von der Tenonschen Kapsel zu den Augenlidern hinziehenden Lamellen wegen ihrer Mächtigkeit bei der makroskopischen Präparation mehr imponierten als die verhältnismässig unansehnliche, dem Bulbus folgende „Pars subconjunctivalis“, so zogen sie in erster Linie die Aufmerksamkeit auf sich und wurden als fibröse Fortsetzungen der Kapsel betrachtet.

Schwer verständlich ist es dagegen, wie man zu der Auffassung kommen kann, die indessen viele Verteidiger gehabt hat und auch heute noch solcher nicht entbehrt (Testut und Jacob 1905 u. a.), dass die C.T. auf der Hinterseite des Septum orbitale nach dem Orbitalrand weitergeht und als ein Diaphragma oder ein Trichter in dem Orbitaleingang ausgespannt ist. In dem oberen Augenlide ist eine Ausbreitung der Kapsel hinter dem Septum bis zum Orbitalrande hin aus topographischen Gründen undenkbar. Denn auch wenn nach dem Beispiel älterer Autoren die Müllersche Muskelmembran als Bestandteil der Kapsel aufgefasst wird, wodurch eine selbständige Kapsellamelle zum Tarsus des oberen Augenlides hin erhalten würde, so kann doch diese nicht bis zum Orbitalrande hin fortgehen, da sie, um dorthin zu kommen, mitten durch die von der lateralen bis nahe der medialen Orbitalwand ausgedehnte Sehne oder Aponeurose des M. levator palp. sup. hindurchzugehen hätte (Fig. 1). In dem unteren Augenlide bieten zwar die topographischen Verhältnisse kein Hindernis dar, da dort das Septum orbitale in der Gegend des unteren Fornix sich direkt der mit glatter Muskulatur vermischten Kapselausbreitung anlegt (Fig. 1). Dennoch aber ist ebensowenig wie im oberen im unteren Augenlide hinter dem Septum orbitale irgendwelche Bindegewebsbildung zu entdecken, die auf die Bezeichnung Fascia, Kapsel oder dergleichen Anspruch machen könnte.

Aus dem über die Ausbreitung der Kapsel Mitgeteilten geht ferner hervor, dass Gründe auch für die Henlesche Auffassung fehlen, die die Tenonsche Kapsel mit einem Gürtel verglich. Der Irrtum erklärt sich daraus, dass, während die Kapselwand auf einem gürtel-

förmigen Gebiete, das sich von dem Fornix ein Stück hinter den Äquator des Bulbus erstreckt, kräftig ausgebildet ist, sie sowohl an dem vorderen als an dem hinteren Ende schwach und unansehnlich ist, weshalb die letztgenannten Partien bei mangelhafter Aufmerksamkeit beim Präparieren übersehen werden können.

Längs dem Fornix selbst ist die Verbindung zwischen der Conjunctiva und der dahinterliegenden Kapselpartie — der Winkel zwischen der Pars subconjunctivalis und der Pars palpebralis (Fig. 1) — im ganzen genommen locker und leicht zu lösen; in dem unteren Fornix scheint der Zusammenhang im allgemeinen etwas lockerer als in dem oberen zu sein, am schwächsten aber ist er an dem lateralen Augenwinkel. Das angeführte Verhältnis, das aus einem weiter unten gelegentlich der sog. Fascienzipfel zu berührenden Anlass erwähnt wird, kommt auf mikroskopischen Schnitten darin zum Ausdruck, dass die Kapselwand unmittelbar hinter dem Fornix ein kleines, oft dreieckiges Gebiet mit lichter Bindegewebsstruktur aufweist, das meist stark von dem umliegenden dichten fibrösen Gewebe absticht (Fig. 13, Taf. 7/8). Die Basis des Dreiecks wird von der Tunica propria der Fornixbindehaut gebildet, deren Bindegewebsfasern in bogenförmigen Schlingen von der Conjunctiva bulbi zur Conjunctiva palpebralis hinziehen; die Seiten bestehen aus zur C. T. gehörenden Bindegewebsbündeln, die divergierend nach vorn hin einerseits zur Pars subconjunctivalis, andererseits zur Pars palpebralis verlaufen. Auf den Schnitten hat man also auch Gelegenheit, mit wünschenswertester Deutlichkeit zu beobachten, dass die C. T. nach vorn sowohl zu den Augenlidern hin als dem Bulbus entlang weitergeht. Dagegen sieht man nicht von der Kapsel oder von anderwärts herkommende Bindegewebszüge sich an der Bindehaut des Fornix selbst befestigen.

Die Anzahl der Kapseln. Der Tenonsche Raum
und das Gewebe des Tenonschen Raumes.

Nach Enukleation des Bulbus findet man, dass die Innenseite der zurückbleibenden Kapsel keine ebene und glatte Ober-

fläche hat wie z. B. die Innenseite des Peritoneums oder einer Gelenkkapsel, sondern dass sie ein mehr zeretztes Aussehen zeigt. Auf der Innenseite können nämlich überall kleinere, durchsichtig dünne Bindegewebshäutchen und Zipfel abgehoben und in grösserer oder geringerer Ausdehnung im Zusammenhang lospräpariert werden.

Wenn an einem anderen Präparat mit zurückgelassenem Bulbus, wo durch die Wegnahme des Orbitalfettes die äussere Oberfläche der Kapsel blossgelegt worden ist, ein Einschnitt durch die Kapselwand in der Gegend hinter dem Äquator, z. B. unter einem der geraden Augenmuskeln, gemacht wird, so kann ein dünnes Bindegewebshäutchen sich als ein innerstes Blatt in der Wand offenbaren.

Berechtigen nun diese und andere ähnliche Beobachtungen zu der Behauptung, dass der Bulbus von zwei Kapseln umgeben ist, einer äusseren von fester und fibröser Beschaffenheit und einer inneren von dünner, weicher, seröser Natur? Meiner Ansicht nach sind hinreichende Gründe für eine derartige Auffassung nicht vorhanden.

Es sind zunächst mehr gehärtete Präparate als frische, bei denen man Gelegenheit hat, Beobachtungen zu machen, die einen möglicherweise in die Versuchung führen könnten, das Vorhandensein einer inneren Kapsel anzunehmen, was in Übereinstimmung damit steht, dass im allgemeinen Fascien sich leichter herauspräparieren lassen, wenn das Material einige Zeit lang in Berührung mit Härtingsflüssigkeiten gewesen ist, als wenn es in frischem oder in lebendem Zustand Gegenstand der Präparation wird. Viele Härtingsflüssigkeiten scheinen die Eigenschaft zu haben, gleichsam das Bindegewebe zu kondensieren, dem lockeren und formlosen Bindegewebe lamelläres Aussehen zu verleihen, wodurch oftmals bei Präparation gehärteten Materials Membranen und Fascien nachgewiesen werden können, wo im Leben wahrscheinlich nur interstitielles, formloses Bindegewebe vorhanden gewesen ist.

Aber nicht einmal an gehärtetem Material ist es mir gelungen, längs natürlich gegebenen Grenzen eine zusammenhängende Bindegewebsmembran zu isolieren, die als eine innere Kapsel sich rings um den Bulbus herumschlösse und als eine Synovialmembran oder eine Serosa die Innenseite einer nach aussen davon liegenden dickwandigen Kapsel bekleidete. Der Umstand, dass die innerste, der Sclera zugewandte Schicht der Kapselwand durch Präparation mit dem Messer stellenweise als eine freie Membran erhalten werden kann, bildet keinen hinreichenden Grund, um zwei deutlich unterschiedene Kapseln um den Bulbus herum zu beschreiben. Mit demselben Recht könnte man da behaupten, dass z. B. die Wand einer gewöhnlichen Schleimbursa aus zwei voneinander anatomisch und physiologisch wohlverschiedenen Bindegewebsblättern besteht, da es ja möglich ist, von der Innenseite der Bursawand in grösserer oder geringerer Ausdehnung dünne Bindegewebshäutchen von gleicher Art wie die auf der Innenseite der C. T. abzulösen.

Der Bulbus ist meines Erachtens nur von einer Kapsel umgeben. Diese kehrt aber der Sclera nicht eine glatte und freie Oberfläche zu, sondern die Kapselwand geht nach dem Bulbus hin in ein aus feinen Bindegewebsfasern bestehendes lockeres und zerreisliches Gewebe über, das die Kapsel mit der Sclera verbindet; bei der E nukleation des Bulbus bleibt dieses Gewebe teilweise an der Innenseite der Kapsel sitzen, wo es in Form kleinerer Bindegewebszipfel abgehoben werden kann.

Wenn man, wie gebräuchlich, den Raum, der beim Abheben der Kapselwand zwischen dieser und dem Bulbus entsteht — ein Raum, der während des Lebens natürlich nur virtuell ist — den Tenonschen Raum nennt, so kann man unter der Bezeichnung das Gewebe des Tenonschen Raumes teils das lockere Bindegewebe, das die Kapsel mit der Sclera verbindet,

teils die erwähnten kleinen Bindegewebshäutchen zusammenfassen, die mehr oder weniger deutlich auf der Innenseite der Kapsel nachgewiesen werden können, und die übrigens teilweise mit dem erstgenannten Bindegewebe identisch sind. Es scheint, als wenn einige von den Forschern, die zwei Kapseln um den Bulbus herum zu finden geglaubt haben, auf künstliche Weise eine zusammenhängende Bindegewebsmembran, eine Serosa, eine „innere Kapsel“ aus dem Gewebe des Tenonschen Raumes, präpariert hätten. Dass daraus eine Art Kapsel möglicherweise dargestellt werden kann, will ich nicht leugnen, es ist das aber solchenfalls eine Kapsel, die meiner Auffassung nach — und ich stelle mich dabei auf Virchows Standpunkt — als ein Kunstprodukt zu bezeichnen ist.

Der Tenonsche Raum erstreckt sich nach hinten zu bis in die Nachbarschaft des Sehnerven und nach vorn hin bis nahe an den Cornealrand. Das Gewebe des Tenonschen Raumes, das sich über diesen ganzen Raum hin ausbreitet, ist von H. Virchow einem eingehenden anatomischen Studium unterzogen worden. Das Wesentliche seiner Angaben bin ich in der Lage zu bestätigen. Ich stimme Virchow darin bei, dass das fragile Gewebe nicht überall dieselbe Beschaffenheit hat, sondern lokale Verschiedenheiten, besonders bezüglich der Dichte, aufweist. Das Gewebe ist an gewissen Stellen — hauptsächlich auf der bulbären Seite der innerhalb der Kapsel liegenden Sehnen der Augenmuskeln — sehr locker und weitmaschig; an solchen Stellen tritt der Tenonsche Raum sowohl bei der Präparation wie auch an Schnitten leichter als an anderen hervor, und vermutlich ist es dieser Umstand, der Langer zu dem Glauben gebracht hat, dass der Tenonsche Raum als solcher nur zwischen den Sehnen der Augenmuskeln und der Sclera existiert. An anderen Stellen ist das Gewebe dichter und bindet die Kapsel straffer an den Bulbus, was in zunehmendem Grade nach dem hinteren und dem vorderen Ende des

Tenonschen Raumes hin der Fall ist, wo die Kapselwand hinten nach dem Sehnerven hin und — nebst der Conjunctiva bulbi — vorn nach dem Cornealrande hin allmählich sich mit der Sclera verlötet; letzterer Umstand hat zur Folge, dass sowohl die hintere als die vordere Grenze des Tenonschen Raumes nicht in eine bestimmte Linie verlegt werden kann, sondern ihrer Lage nach in gewissem Grade von der Willkür des Präparators abhängt. Wieder an anderen Stellen werden Blätter und Häutchen im Tenonschen Raume angetroffen; solche Lamellen, die nicht frei sind, sondern mit dem übrigen Gewebe des Raumes zusammenhängen, gehen unter anderem von den Rändern der Augenmuskelsehnen aus und sind unter dem von Merkel gegebenen Namen „Adminicula“ bekannt.

Virchow betont, dass die lokalen Differenzen in der Dichte des Gewebes typisch und konstant sind. Bis zu einem gewissen Grade hat dies, wie aus Obigem hervorgeht, seine Richtigkeit. Andererseits aber finden sich offenbar allerhand Übergänge und individuelle Variationen, und der Versuch, eine detaillierte Beschreibung zu geben, die auf alle oder die meisten Fälle anwendbar wäre, muss, scheint es mir, als vergebliche Arbeit bezeichnet werden. Dies hat jedoch nicht viel zu bedeuten, da die Kenntnis feinsten Struktureinheiten bei dem Gewebe des Tenonschen Raumes von untergeordnetem Werte zu sein scheint. Für die chirurgische Ophthalmologie ist es wohl nur von Wichtigkeit, die sog. Adminicula zu kennen, die Merkel beschrieben hat. Und es lässt sich kaum erwarten, dass die Voraussetzungen für die Beurteilung physiologisch-mechanischer Fragen betreffs des Bulbus nennenswert durch Detailkenntnisse bezüglich kleinerer, lokaler Strukturunterschiede bei dem erwähnten Gewebe gefördert werden. Wohl kann man bei Kenntnis des physiologischen Bewegungsmechanismus teilweise die Entstehung vorhandener Verschiedenheiten verstehen; dass das Gewebe so z. B. besonders spärlich und

locker zwischen den Augenmuskelsehnen und der Sclera sein wird, ist ja bereits im voraus zu erwarten, da ja vor allem an diesen Stellen Bedingungen, ähnlich denen, die zur Entstehung von Bursabildungen führen, vorhanden sind. Schlüsse in entgegengesetzter Richtung zu ziehen, erscheint indessen schwer.

Der Umstand, dass das Gewebe des Tenonschen Raumes stellenweise lamelläre Form annimmt, bildet natürlich keinen Anlass, in demselben eine Serosa, nicht einmal eine rudimentäre, zu sehen. Denn zu dem Serosabegriff gehört auch Endothelbekleidung. Schwalbes und anderer Angabe, dass sowohl die Wände des Tenonschen Raumes als auch die Bindegewebsbalken daselbst mit Endothel ausgekleidet seien, kann ich nicht bestätigen. Ich habe nie ein mikroskopisches Bild gefunden, das das Vorhandensein von Endothel in diesem Raum auch nur angedeutet hätte. Die Kapselwand liegt auf Schnitten oft dicht der Sclera angepresst, und an solchen Stellen scheinen die beiden Bindegewebsmembranen eine einzige kontinuierliche Formation zu bilden. An anderen Stellen tritt der Tenonsche Raum als eine schmalere oder breitere, eventuell von Bindegewebsbalken durchsetzte Spalte hervor, von Endothelzellen sieht man aber auch hier keine Spur. Ich verfüge über keine eigene Erfahrung bezüglich der Untersuchungsmethode, deren Schwalbe sich bediente (v. Recklinghausens Silbermethode), Schwalbe hat aber in derselben Arbeit, in der das Endothel an den Wänden der C. T. beschrieben worden ist, eine Angabe geliefert, aus der hervorzugehen scheint, dass die Resultate der Methode nicht immer über allen Zweifel erhoben sind. Schwalbe gibt nämlich an, dass er mittels dieser Methode Endothel auch auf der Innenseite der Periorbita hat nachweisen können.

Der Bau der Kapselwand.

Es ist darauf hingewiesen worden, dass die Kapselwand dünn und schwach in den hinteren und in den vorderen Teilen

ist, während sie beträchtlich dick und stark in der dazwischenliegenden Partie ist, die wie ein Gürtel den Bulbus vom Fornix conjunctivae an bis einige Millimeter hinter dem Äquator umschliesst. Betreffs des Baues der Wand in den erstgenannten Teilen ist nichts über das Obengesagte hinaus hinzuzufügen. Dagegen muss der dickeren, mittleren Wandpartie eine eingehendere Beschreibung gewidmet werden.

Es ist besonders H. Virchow, der die Aufmerksamkeit darauf gelenkt hat, dass die Tenon'sche Kapsel eine Bildung „von ungleichmässiger Dicke und von ungleichmässigem Gefüge“ ist. Ich teile vollständig diese Ansicht Virchows. Und der Mangel an Gleichmässigkeit beschränkt sich nicht nur darauf, dass die Wand innerhalb eines gürtelförmigen Gebietes in der Mitte der Kapsel dicker als am hinteren und vorderen Ende ist, sondern ausserdem werden nicht unbeträchtliche Verschiedenheiten auch innerhalb der dickwandigen Partie selbst angetroffen.

Wie Virchow habe auch ich gefunden, dass die Kapsel hinter dem Fornix — der „Gürtel“ — einen blätterigen Bau besitzt. Es ist dies nicht gleichbedeutend damit, dass der Bulbus von zwei oder mehr konzentrisch umeinander herumliegenden Membranen oder Kapseln umschlossen wäre. Sondern es bedeutet, dass die Kapselwand, statt aus einer von der äusseren Oberfläche bis zur inneren dicht zusammengefügt und durchgehends fest zusammenhängenden Bindegewebsschicht zu bestehen, stellenweise in verschiedene Blätter gespalten werden kann, die im einzelnen auf individuell variierende Weise sich miteinander verbinden. Doch ist zu beachten, dass eine derartige Spaltung keineswegs im ganzen Umkreise des „Gürtels“ möglich ist. Sie lässt sich hauptsächlich in den lateralen und oberen Teilen des Umkreises innerhalb eines Gebietes vornehmen, dessen laterale Grenze ungefähr am unteren Rande des M. rectus lateralis und dessen mediale Grenze in dem oberen medialen Quadranten liegt.

Die Schichtung, die so in den lateralen und oberen Teilen des „Gürtels“ angetroffen wird, weist zwar mancherlei individuelle Variationen auf, diese lassen aber gleichwohl eine gewisse prinzipielle Gesetzmässigkeit nicht verkennen.

Auf der lateralen Seite und in dem oberen lateralen Quadranten variiert er am wenigsten und ist am leichtesten zu analysieren. Dort kann nämlich vom unteren Rande des M. rectus lat. an bis hinauf in die Nähe des lateralen Randes des M. M. rectus sup. die Kapselwand innerhalb der verdickten Partie konstant in zwei Blätter gespalten werden (Fig. 2). Am Fornix tritt das periphere dieser Blätter in die Augenlider über, die Pars palpebralis C. T. darstellend, während das centrale, dem Bulbus am nächsten gelegene unter der Conjunctiva bulbi als Pars subconjunctivalis weitergeht. Nach hinten zu kann die Spaltung eine kürzere oder längere Strecke hinter dem Äquator des Bulbus fortgesetzt werden; am M. rectus lat. geht sie in die im nächsten Kapitel zu behandelnde Bindegewebs Scheide des Muskels über (Fig. 2).

Es ist zu betonen, dass die Lamellierung der Kapselwand nicht sozusagen durch Zufall entstanden sein dürfte, sondern offenbar als eine Folge bestimmter Ursachen anzusehen ist. Die Ursache der Spaltung auf der lateralen Seite scheint Virchow wenigstens teilweise gefunden zu haben, wenn er sie in dem Umstande hat erblicken wollen, dass die Kapselwand gleichzeitig damit, dass sie mit ihrer inneren Oberfläche ziemlich fest dem intrakapsulären Teil des M. rectus lat. adhärirt, auf der Aussenseite eine feste Verbindung mit der lateralen Orbitalwand eingeht (s. u. Retinaculum oculi lat.). Hiermit sind die anatomischen Voraussetzungen für die Möglichkeit von Verschiebungen und Zerrungen zwischen der centralen und der peripheren Schicht der Kapselwand gegeben. Dazu kommt noch ein anderer Umstand, dem vielleicht eine gewisse Bedeutung in derselben Richtung zuerkannt werden darf: das

periphere Blatt enthält im lateralen Quadranten glatte Muskulatur, während solche dem inneren fehlt.

In dem oberen Teil des „Gürtels“ ist es schwerer, den charakteristischen Typus der Lamellierung herauszufinden, da die Variationen hier bedeutend sind. Doch ist eine gewisse Gesetzmässigkeit auch hier zu verspüren.

Die Kapselwand ist auf der oberen Seite des Bulbus zwischen dem *M. rectus sup.* und dem *M. levat. palp. sup.* belegen und trennt diese Muskeln voneinander auf einem Gebiet, das in der Richtung von vorn nach hinten sich von dem *Fornix conjunct.* bis zum Durchtritt des erstgenannten Muskels durch die Kapselwand erstreckt. Denn es erscheint am zweckmässigsten, die daselbst befindliche, 1—1,5 mm dicke Bindegewebsschicht in toto zur Kapsel zu rechnen. Die Einheit dieser Bindegewebsschicht ist nämlich trotz der Spaltbarkeit so ausgesprochen, und die Schwierigkeiten, auf andere Weise die Kapselwand abzugrenzen, erweisen sich als so gross, dass eine solche Auffassung mir diejenige zu sein scheint, die am besten der tatsächlichen Anordnung des Bindegewebes entspricht.

Als typisch für die blätterige Spaltbarkeit der so abgegrenzten Kapselwand auf der oberen Seite des Bulbus habe ich gefunden, dass die Wand in Übereinstimmung mit dem Verhältnis auf der lateralen Seite zunächst in zwei Blätter oder Lamellen gespalten werden kann. Das periphere oder obere Blatt liegt der unteren Seite des *M. levator palp. sup.* an und geht nach hinten zu in die Bindegewebsscheide auf der unteren Seite dieses Muskels über (Fig. 1). Das centrale oder untere Blatt ruht auf dem *M. rectus sup.* und geht nach hinten zu in die Scheide des letztgenannten Muskels über. Auf der lateralen Seite der Muskeln gehen die beiden Blätter in je eine der beiden Lamellen über, in welche die Kapselwand in dem lateralen Quadranten geteilt werden kann, d. h. die Spaltung kann in den lateralen Quadranten und weiter, wie oben ange-

geben, herunter auf der lateralen Seite bis zum unteren Rande des *M. rectus lat.* fortgesetzt werden. Nach der medialen Seite hin lässt sich die Spaltung eine Strecke in den medialen oberen Quadranten hinein vollführen, jedoch nicht bis zum oberen Rande des *M. rectus med.* hin. Ein schwacher, in sagittaler Richtung verlaufender linearer Zusammenhang besteht zwischen den beiden Blättern etwas lateralwärts von dem medialen Rande des oberen geraden Muskels.

Nun kann indessen die Spaltung hier weiter getrieben werden, so dass man drei oder in einigen Fällen sogar vier einander deckende Lamellen erhält. Die Regel scheint zu sein, dass die Wand in drei Blätter geteilt werden kann. Und das dritte Blatt kommt dadurch zustande, dass die untere, auf dem *M. rectus sup.* ruhende Lamelle sekundär in zwei Blätter gespalten werden kann (Fig. 1).

Nach hinten zu kann man auf der oberen Seite des Bulbus die Kapselwand verschieden weit in verschiedenen Fällen spalten, und die Präparation gelingt auch verschieden weit in verschiedenen Teilen des Umkreises, ganz allgemein gesagt ist aber die Spaltung möglich bis etwa zum halben Abstände zwischen dem Äquator und dem Sehnerven; in dem medialen oberen Quadranten komplizieren sich die Verhältnisse durch den Abgang der Scheide des oberen Obliquusmuskels von der Kapsel, und es werden hier infolgedessen allerhand Variationen angetroffen. Nach vorn zu kann die Wand in ihre drei (eventuell mehr) Blätter bis zur Nähe des Fornix gespalten werden; unmittelbar hinter dem Fornix treten die Blätter in wechselnder Weise gewöhnlich miteinander in Verbindung. — Es sei in diesem Zusammenhange auch bemerkt, dass der glatte *M. tarsalis sup.* an der letzterwähnten Stelle intim mit der peripheren Lamelle verbunden ist (Fig. 1).

Das Verhältnis, in welchem die einzelnen Kapselblätter zwischen dem *M. lev. palp. sup.* und dem *M. rectus sup.*

zueinander und zum *M. tarsalis sup.* stehen, zeigt bezüglich der anatomischen Einzelheiten viele Variationen, so dass man kaum zwei Fälle findet, die einander vollständig gleich sind. Die Hauptsache ist, dass die Kapselwand, die die beiden Muskeln trennt oder, wenn man so will, sie vereinigt, nicht aus einer fest zusammenhängenden Bindegewebsmasse besteht, sondern dass sie in Lamellen gespalten werden kann, die nur hinter dem Fornix aneinander adhäreren, sowie dass der *M. tarsalis sup.* daselbst fest mit der Kapsel vereinigt ist; und insofern stimmt der eine Fall mit dem anderen überein. — Die Entstehung der Lamellierung scheint hier mit vorkommenden Verschiebungen zwischen dem *M. lev. palp. sup.* und dem *M. rectus sup.* in Zusammenhang zu bringen zu sein.

In den medialen und den unteren Teilen des Umkreises lässt sich die Kapselwand nicht in verschiedene Lamellen spalten. Eine Ausnahme liegt möglicherweise an der Stelle vor, wo der *M. obliq. inf.* den *M. rectus inf.* kreuzt, indem ersterer Muskel dort von der medialen Seite her schräg in die Kapselwand eintritt, wobei sozusagen ein oberflächliches Blatt abgetrennt wird, da aber die grossen Züge des Wandbaues dadurch nicht beeinflusst werden, und das Verhältnis ausserdem besser in anderem Zusammenhang behandelt wird, so sehe ich an dieser Stelle davon ab.

Für den ganzen hier fraglichen medialen und unteren Teil des „Gürtels“, der das Gebiet von dem oberen medialen Quadranten bis zum unteren Rande des *M. rectus lat.* umfasst, gilt nun, dass die Wand am dicksten unmittelbar hinter dem Fornix ist und in der Richtung nach hinten zu dünner wird (Fig. 1). Die Verdünnung kann entweder sukzessiv auf dem ganzen Wege geschehen oder auch — häufiger — so, dass auf eine ungefähr gleichmässig dicke Partie dicht am Fornix mit einer meridionalen Ausdehnung von 3—4 mm eine erst rasch, dann langsam zunehmende Verdünnung folgt. Am mächtigsten

ist die Wand auf der medialen Seite am *M. rectus medialis*, wo sie vorn bis zu 3—4 mm an Dicke misst; an der fraglichen Stelle ist die Kapsel mit ihrem vorderen breiten Rande mit der Basis der Karunkel und dem Boden des Tränen-sees verlötet (Fig. 2). Von der medialen nach der lateralen Seite hin wird der „Gürtel“ nach und nach dünner, so dass er unmittelbar hinter dem Fornix unter dem *M. rectus inf.* 2—3 mm an Dicke und am unteren Rande des *M. rectus lat.* kaum ein paar Millimeter misst.

Wichtiger als diese Variationen der Wanddicke ist indessen ein wahrzunehmendes Farben- und Strukturverhältnis. An meridionalen Schnittflächen durch die Kapselwand kann man, wenn das Präparat gut fixiert ist, sehen, dass die grauweisse Grundfarbe an einer bestimmten Stelle durch zusammenfließende Flecke und Streifen von gelber Farbe unterbrochen ist, die die Einlagerung eines anderen Gewebeelementes in das Bindegewebe andeuten. Das gelbgefärbte Gewebe bildet auf der Schnittfläche eine mehr oder minder gut gegen die Umgebung abgegrenzte Schicht und lässt dicht am Bulbus stets die Kapselwand frei. Am deutlichsten tritt diese Schichtung der Kapselwand auf der medialen Seite hervor. Die gelbe Farbe wird durch glatte Muskulatur bedingt.

Bei mikroskopischer Untersuchung erweist sich die Kapselwand als nicht nur aus Bindegewebsfasern aufgebaut, sondern sie ist auch, besonders in den dickeren Partien, reichlich mit Fettzellen infiltriert; dadurch erhält die Wand eine ziemlich lose und lockere Beschaffenheit. Ferner sind in ihr eine ansehnliche Menge feiner und auch grober elastischer Fasern enthalten, die in grosser Anzahl äquatorial verlaufen; in beträchtlicher Menge strahlen sie in die Kapselwand von den mit der Kapsel zusammenhängenden Bindegewebscheiden der geraden Augenmuskeln aus und haben an diesen Stellen einen überwiegend meridionalen Verlauf. Schliesslich enthält die

Wand, wie bereits angedeutet und wie in einem späteren Kapitel genauer erörtert werden wird, in gewissen Teilen auch glatte Muskulatur. — In anderem Zusammenhange werden einige typische Einzelheiten betreffs des Faserverlaufs berührt werden.

Der Zusammenhang zwischen dem *M. rectus sup.* und dem *M. levator pal. sup.*

Die Bindegewebsschicht, die hinter dem Fornix den Zwischenraum zwischen den vordersten Teilen des *M. rectus sup.* und dem *M. levator p. s.* ausfüllt, ist von den Autoren verschieden aufgefasst und beschrieben worden. Einige (Lockwood u. a.) haben darin die „obere Fascia“ für den *M. rectus sup.* und die „untere Fascia“ für den Levator erblicken wollen. Andere (Merkel, Schwalbe u. a.) haben sie unter der Bezeichnung „Fascienzipfel“ angeführt. H. Virchow hat die ganze Bindegewebsschicht der Wand der C. T. zugewiesen. Im vorstehenden habe ich mich an die Virchow'sche Auffassung angeschlossen, da ich meine, dass diese zugleich am einfachsten ist und mit den tatsächlichen Verhältnissen am besten übereinstimmt. Indessen liegt hier das Hauptgewicht nicht darauf, zu entscheiden, welche von möglicherweise in Betracht kommenden Auffassungen vorzuziehen ist, vielmehr hat die Frage nach der anatomischen Beschaffenheit der Bindegewebsschicht in einer anderen Hinsicht Bedeutung erhalten. In erster Linie knüpft sich das Interesse an die Frage, ob zwischen dem *M. rectus sup.* und dem *M. levator p. s.* durch die erwähnte Bindegewebsschicht eine feste Verbindung zustande gebracht wird oder nicht.

Die Autoren, die sich über diese Frage geäußert, haben so gut wie einstimmig erklärt, dass der mechanische Zusammenhang zwischen den beiden Muskeln sehr intim sei (Schwalbe, Lockwood, Merkel und Kallius, Königstein u. a.).

Aus diesem als festgestellt angesehenen anatomischen Verhältnis sind später wichtige funktionelle Schlüsse gezogen worden.

Viele haben nämlich in einem solchen Zusammenhang zwischen dem Levator und dem oberen Rectusmuskel die anatomische Unterlage für den Consensus zu finden geglaubt, der physiologisch zwischen der Bewegung des Bulbus und des oberen Augenlides herrscht. Dies ist aber nicht alles.

Wilbrand und Saenger (1900), die zu denjenigen gehören, die die letztgenannte Ansicht vertreten, sind in ihrer „Neurologie des Auges“ einen Schritt weiter gegangen. Auf eine schematisch gehaltene Zeichnung eines Sagittalschnitts durch die Orbita in Schwalbes Anatomie der Sinnesorgane (Fig. 106, S. 231) sich stützend, haben sie versucht, eine mechanische Erklärung für das beim Morbus Basedowii auftretende Augenlidsymptom, das als Graefesches Phänomen bekannt ist (die Störung des erwähnten Consensus beim Senken des Blickes), zu geben. Um zu zeigen, wie Wilbrand und Saenger sich die Entstehung dieses Symptoms gedacht haben, erlaube ich mir aus ihrer Darstellung Folgendes anzuführen:

„Ist nun jene Verlötung des Levator mit dem Rectus sup. durch den Fascienzipfel sehr straff, so wird bei der Abwärtsbewegung des Bulbus der Zug an der Insertionsstelle des Rectus sup. direkt auf den Levator mit übertragen und dem Oberlid Gelegenheit gegeben, der Bewegung des Augapfels nach unten sofort zu folgen. Ist dagegen die Verlötung zwischen Levator palp. und Rectus sup. schlaffer, jener Fascienzipfel breiter, und ist im Fornix conjunctivae eine etwas ergiebige Schleimhautfalte vorhanden, in welche bekanntlich vom Levator aus sehnige Fäden einstrahlen, so kann der Bulbus bereits eine Weile in der Bewegung nach unten begriffen sein, bevor erst das Oberlid in diese Bewegung mit eintritt. Auf diese Weise möchte sich der mehr oder minder ausgiebige Mangel an Mitbewegung des Oberlides bei den Bulbusbewegungen sonst normaler Individuen nach unten hin erklären. Es liegt auf der Hand, dass diese retrograde Zugwirkung am Oberlid in denjenigen Fällen um so ausgeprägter sein muss, bei welchen zu der diese Erscheinung bedingenden anatomischen Anlage

ein Hervorge drängt werden des Bulbus aus der Orbita noch hinzukommt. Bedenken wir nun, dass der Tonus des Levator durch die Zugwirkung des vorgetretenen Augapfels etwas erhöht erscheint, so wird dadurch jene retrograde Zugwirkung am Oberlid gegebenenfalls noch vermehrt, und das Lid kann, wie so oft beim Basedow, nur ruckweise der Bewegung des Bulbus nach unten hin folgen.“

Wilbrand und Saenger, die in einer festen Verlötung zwischen dem Levator und dem Rectus sup. die wesentliche Ursache der zwischen dem oberen Augenlid und dem Bulbus physiologisch bestehenden Assoziation erblicken, sind also der Ansicht, dass eine Störung dieser Assoziation die Folge davon ist, dass der mechanische Zusammenhang zwischen den Muskeln lockerer ist als gewöhnlich. Aus einem solchen Anlass soll auch bei der Basedowschen Krankheit die fragliche Störung — d. h. das Graefesche Symptom — zustande kommen, und zwar leichter als bei gesunden Individuen, da durch das Vortreten des Bulbus der Tonus des Levators und damit der in retrograder Richtung auf das Augenlid ausgeübte Zug des Levators grösser als normalerweise wäre. Die beiden Autoren stellen sich damit in Gegensatz zu anderen Theorien bezüglich der Entstehung des Graefeschen Symptoms. Und insbesondere haben sie sich gegen die einmal von Sattler gemachte Annahme gewandt, dass die Bewegungen des Bulbus und der Augenlider von einem gemeinsamen Koordinationscentrum aus beherrscht würden, und dass das Graefesche Symptom auf einer Verletzung dieses Centrums beruhe.

Sattler hat seinerseits kräftige Einwände gegen Wilbrands und Saengers Theorie erhoben und erklärt, dass ihr ganzes Raisonement auf falschem anatomischem Grunde ruht. Er meint nämlich, dass der mechanische Zusammenhang zwischen dem Levator und dem Rectus sup. keineswegs so fest ist, wie die Autoren im allgemeinen es angegeben haben, und wie Wilbrand und Saenger es sich vorstellen. Zu dieser Ansicht, die in direkten Gegensatz zu den in der anatomo-

mischen Literatur vorkommenden einstimmigen Angaben steht, ist Sattler unter anderem durch das Studium von Mikrotomschnitten durch die Orbita gekommen.

So liegt die Frage gegenwärtig.

Meines Erachtens kann man auf Grund der Bilder, welche Mikrotomschnitte zeigen, nicht mit Sicherheit die Stärke der Verbindung zwischen den beiden erwähnten Muskeln beurteilen. Sondern will man sich ein Urteil hierüber auf anatomischem Wege bilden, so hat man sich in erster Linie an die makroskopische Präparation zu halten.

Auf diesem Wege bin ich nun indessen zu der Überzeugung gekommen, dass Sattlers Ansicht richtig ist. Die Verbindung zwischen dem Levator und dem Rectus sup. ist durchaus nicht als eine feste Verlötung zu bezeichnen. Die zwischen den Muskeln befindliche Bindegewebsschicht (die Kapselwand), die den Zusammenhang vermittelt, kann ja, wie oben erwähnt, mittels stumpfer Präparation in verschiedene Lamellen gespalten werden, deren obere sich an den Levator und deren untere sich an den Rectusmuskel anschliesst. Die Adhärenz, die nach vorn zu am Fornix meistens zwischen den Blättern vorhanden ist, hat keine solche Ausdehnung oder Festigkeit, dass anzunehmen wäre, sie könnte Verschiebungen der Muskeln gegeneinander verhindern.

Scheint im übrigen nicht diese anatomische Tatsache, dass das Bindegewebe zwischen den beiden Muskeln lamelläre Anordnung angenommen hat, darauf hinzuweisen, dass Verschiebungen innerhalb dieses Bindegewebes bereits physiologisch vorkommen? Die Lamellierung hat sicherlich ihre bestimmte Ursache, und es liegt wohl nahe, diese darin zu suchen, dass der Levator und der Rectus sup., die meistens allerdings gleichzeitig in Aktion treten, doch auch unabhängig voneinander sich kontrahieren können.

Es gibt pathologische Verhältnisse, welche zeigen, dass die Verbindung zwischen dem Levator und dem Rectus sup. nicht von einer so festen Beschaffenheit sein kann, wie die Anatomen es angenommen haben; es geht das aus vielen in der Literatur erwähnten Fällen von isolierter Paralyse des Levators oder des Hebers des Bulbus oder des M. orbicularis oculi hervor. Und dass es auch physiologisch nicht der Fall sein kann, dass vielmehr Verschiebungen zwischen dem Levator und dem Rectus sup. nicht nur eine mögliche, sondern auch eine ständig sich wiederholende Erscheinung sind, dürfte, wie das auch Sattler bemerkt, aus Bells wohlbekanntem Phänomen hervorgehen (aufwärtsgedrehte Stellung des Bulbus bei geschlossenem Auge).

Die anatomische Grundlage für die oben erwähnte Erklärung des physiologisch wahrnehmbaren Consensus zwischen den Bewegungen des Bulbus und der Augenlider ist sicherlich falsch. Und Wilbrands und Saengers Theorie bezüglich der Ursache des Graefeschen Symptoms geht ganz sicher von irrtümlichen anatomischen Voraussetzungen aus, indem eine Verbindung zwischen dem Levator und dem Rectus sup. von nur loser Beschaffenheit als ein normales Verhältnis betrachtet werden muss und demnach auch bei untadeligem Consensus vorhanden ist. In dieser Beziehung stimme ich Sattler bei.

Wie andererseits Graefes Symptom zustande kommt, dies zu erklären liegt nicht im Rahmen der vorliegenden Arbeit; es ist das im übrigen eine Aufgabe, die nicht durch eine Untersuchung der normalen Anatomie der Orbita gelöst werden kann. Was dagegen die Frage nach der Ursache der physiologischen Korrespondenz zwischen den Bewegungen des Bulbus und des oberen Augenlides betrifft, so werde ich später Gelegenheit haben, auf sie zurückzukommen.

Der supravaginale Raum. Ist der Tenonsche Raum ein Lymphraum?

Schwalbes wichtigster Beweis dafür, dass der Tenonsche Raum ein Lymphraum sei, der einen grossen Teil, ja, vielleicht die Hauptmasse der vom Bulbus abfliessenden Lymphe aufnehme, bestand darin, dass er nachgewiesen zu haben glaubte, dass der Tenonsche Raum mit dem subduralen Raum in der Schädelhöhle mittels eines dem Sehnerven entlang verlaufenden offenen Verbindungsweges, des sog. supravaginalen Raumes, zusammenhängt.

Dieser Raum wurde von Schwalbe nur kurz beschrieben. In der Arbeit über die Lymphbahnen des Auges, in der derselbe zum erstenmal von ihm erwähnt wird, findet sich nur die Mitteilung, dass der Raum zwischen der äusseren, fibrösen Scheide des Sehnerven (der Duralscheide, Key und Retzius) und dem M. retractor bulbi liegen soll (Schwalbe machte die Injektionen ausschliesslich an Tieren). Ergänzende Angaben über die Anatomie des Raumes wurden jedoch ein paar Jahre später von Michel (1872) geliefert.

Nach Michel soll der supravaginale Raum von einem mit zahlreichen elastischen Fasern vermischten lockeren und feinen Bindegewebe erfüllt sein. Die äussere oder periphere Wand des Raumes wird dadurch gebildet, dass dieses lockere Gewebe nach aussen hin sich zu einer Fascie verdichtet, die nach vorn zu in die C.T. übergeht und nach hinten hin bis zum Foramen opticum reicht; die innere Wand besteht, wie bereits Schwalbe angegeben hat, aus der Duralscheide des Sehnerven. Sowohl die Wände wie die Bindegewebsbalken des Raumes sind mit Endothel belegt. Durch denselben, in dem lockeren Bindegewebe eingebettet, verlaufen die Ciliargefässe und die Ciliarnerven.

In seiner Anatomie der Sinnesorgane (1887) hat Schwalbe

Michels Beschreibung akzeptiert, indem er dort angibt, dass der supravaginale Raum von lockerem Bindegewebe durchzogen ist, sowie dass die Ciliargefäße und die Ciliarnerven hier eingeschlossen sind. Auf einem schematischen Sagittalschnitt durch die Orbita (Fig. 102, S. 221) ist die periphere, gegen das Orbitalfett grenzende Wand des Raumes durch eine punktierte Linie bezeichnet, die sich in einigem Abstände von dem Sehnerven befindet und nach vorn zu am Eintritt des Sehnerven in den Bulbus in eine um den Bulbus herum verlaufende ausgezogene Linie übergeht, die die C.T. repräsentiert; durch die Punktierung der Linie hat Schwalbe möglicherweise andeuten wollen, dass die periphere Wand schwach ausgebildet sei.

Ist nun dieser supravaginale Raum wirklich vorhanden?

Die Frage muss ich verneinend beantworten. Nach einem Raume von einer solchen anatomischen Beschaffenheit, wie Schwalbe ihn abgebildet und Michel ihn eingehend beschrieben hat, sucht man vergebens. Und meines Erachtens existiert ein supravaginaler Raum in Schwalbes Sinne überhaupt nicht.

Es ist nicht leicht, zu einer sicheren Auffassung in der erwähnten Hinsicht lediglich durch makroskopische Präparation zu gelangen. Wird in der Absicht, nach dem supravaginalen Raume vorzudringen, das Fett hinter dem Bulbus vorsichtig entfernt, so hat man Gelegenheit, Beobachtungen anzustellen, die sowohl für als gegen das Vorhandensein eines solchen Raumes sprechen. Das Fettgewebe liegt, soweit man sehen kann, direkt der Duralscheide des Sehnerven an. Die Fascie, die die periphere Wand des supravaginalen Raumes bilden soll, lässt sich auch bei grösster Aufmerksamkeit nicht entdecken. Indessen ist die innerste Fettschicht nur locker mit der Duralscheide des Sehnerven verbunden, weshalb sie sehr leicht von der Scheide abgehoben werden kann und zwar mit einer dieser zugewandten ebenen und glatten Oberfläche. In dem

Räume, der hierbei zwischen der inneren Begrenzungsfläche dieses Fettgewebes und der Sehnervenscheide entsteht, sieht man feine Bindegewebsfasern sich von der einen Wand zur anderen hinüberspannen. Auf diese Weise kann es bei einer makroskopischen Präparation möglicherweise den Anschein erhalten, als ob ein von lockerem Bindegewebe eingenommener supravaginaler Raum vorhanden wäre.

Wenn aber nicht schon vorher, so wird es bei mikroskopischer Untersuchung klar, dass dieser Raum ein Kunstprodukt sein muss. An Quer- oder Längsschnitten durch den Sehnerven mit Scheiden und umgebendem Fettgewebe von Material, wo die Gewebe durch gute Härtung so in ihrer gegenseitigen Lage fixiert worden sind, dass sie durch die Manipulationen bei der Paraffin- bzw. Celloidineinbettung nicht verschoben werden, tritt das Verhältnis des Orbitalfettes zur Dural-scheide des Sehnerven sehr deutlich zutage (Fig. 22, Taf. 9/10).

Man hat hier besser als bei der Präparation Gelegenheit, sich davon zu überzeugen, dass das Orbitalfett tatsächlich in unmittelbarer Berührung mit der Duralscheide liegt. Die innersten Fettzellen liegen so fest gegen diese Scheide gepresst, dass die Kontur des inneren Umkreises der Zellwand vielerorts direkt darin aufzugehen scheint und man sich durch das mikroskopische Bild versucht fühlen könnte, zwischen dem Fettgewebe und der Sehnervenscheide einen intimen Zusammenhang anzunehmen (Fig. 22); die makroskopische Präparation zeigt jedoch, wie gesagt, dass der Zusammenhang sehr locker ist. Ferner sieht man an dem Schnitt, wie von den Bindegewebsbalken und den Bindegewebssepta, die das Orbitalfett durchsetzen, hier und da gröbere und feinere Ausläufer nach der Duralscheide hin abgehen und sich mit dieser vereinigen. Bei der makroskopischen Präparation lassen sich diese Ausläufer natürlich nicht so leicht wie die Fettzellen von der Duralscheide abtrennen, sondern wenn die innerste Fettschicht vor-

sichtig von der Scheide abgehoben wird, behalten jene Ausläufer zunächst den Zusammenhang mit dieser und werden gedehnt, bevor sie zerreißen, wodurch für das Auge das Bild entsteht, als ob feine Bindegewebsfäden in einem supravaginalen Raume ausgespannt wären. Es ist das aber ein Bild, das erst bei und infolge der Präparation entsteht.

Die Ciliargefäße und die Ciliarnerven, die von Bindegewebe umschlossen in dem supravaginalen Raume liegen sollen, sieht man auf den Schnitten statt dessen meistens ihrem ganzen Umfange nach von Fett desselben Aussehens umgeben wie das, von dem die Orbitalhöhle in ihrer Gesamtheit erfüllt ist (Fig. 22, a. cil.); nur ausnahmsweise — wo das Gefäß bzw. der Nerv unmittelbar der Sehnervenscheide anliegt — fehlen Fettzellen auf der dem Sehnerven zugewandten Seite. Von der Fascie, die die periphere Wand des supravaginalen Raums bilden soll, sieht man keine Spur. Und dem Mitgeteilten gemäss versteht es sich fast von selbst, dass Endothel gar nicht auf der Aussenseite der Duralscheide oder überhaupt an der Stelle des illusorischen supravaginalen Raumes wahrzunehmen ist.

Somit scheint mir die anatomische Untersuchung völlig klar zu ergeben, dass ein präformierter supravaginaler Raum in Schwalbes Sinne physiologisch nicht vorhanden ist.

Schwalbe hat übrigens in der Abhandlung, in der die Entdeckung des supravaginalen Raumes erwähnt wird, Angaben solcher Art geliefert, dass bereits die Zusammenstellung derselben den Leser zwingen muss, hinter die Behauptung des Vorhandenseins eines präformierten offenen Verbindungsweges zwischen dem Tenonschen Raume und dem cerebralen Subduralraume wenigstens ein Fragezeichen zu setzen. Er gibt nämlich einerseits an, dass die Kommunikation zwischen dem supravaginalen Raum und dem cerebralen Subduralraum nur durch das Foramen opticum geht. Da nun, woran Schwalbe

auch erinnert, in dem Foramen opticum die Duralscheide des Sehnerven in ihrem ganzen Umkreise kontinuierlich mit der Dura mater zusammenhängt, könnte ja die Kommunikation zwischen den erwähnten beiden Räumen nicht anders als dadurch zustande kommen, dass der subvaginale Raum (worunter Schwalbe den Raum nach innen von der Duralscheide des Sehnerven versteht), der sich bekanntlich nach hinten in den cerebralen Subduralraum eröffnet, auf die eine oder andere Weise in offener Verbindung mit dem supravaginalen Raume stände. Andererseits gibt nun aber Schwalbe an, dass er aus direkt in den supravaginalen und in den subvaginalen Raum vorgenommenen Injektionen den Schluss hat ziehen müssen, dass diese beiden Räume nicht miteinander kommunizieren. Unter solchen Umständen ist es aber schwer zu verstehen, wie der Tenonsche Raum in Verbindung mit dem cerebralen Subduralraum mittels des supravaginalen Raumes soll stehen können. Eine Erklärung hierfür hat Schwalbe nicht gegeben.

Michel hat eine andere Auffassung von der Kommunikation zwischen dem supra- und dem subvaginalen Raume. Die beiden Räume sind nämlich seiner Ansicht nach keine getrennten Höhlen, sondern hängen miteinander durch spaltenförmige, mit Endothel ausgekleidete Lücken in der äusseren Opticusscheide, die als Bahnen für strömende Lymphe zu betrachten sind, zusammen. Diese Spaltenräume habe ich indessen nicht auffinden können; womit ich freilich nicht gesagt haben will, dass derartige Safträume, die sich überall sonst im Bindegewebe finden, in der Duralscheide des Sehnerven fehlen sollten.

Die Behauptung, dass zwischen dem Tenonschen Raume und dem cerebralen Subduralraume kein Kommunikationsweg von der Art, wie Schwalbe es meint, vorhanden ist, wird nicht durch die Tatsache widerlegt, dass eine in den letzteren

Raum eingeführte Flüssigkeit von dort aus in den Tenon-Raum eingepresst werden kann. Einen solchen Weg kann, wovon ich mich überzeugt habe, die Injektionsflüssigkeit auch an menschlichen Leichen unter gewissen Umständen nehmen.

Ich habe Injektionen an zwei Leichen ausgeführt, einer solchen eines 44-jährigen und ferner eines 69-jährigen Mannes. Durch eine Trepanationsöffnung in der Kalotte in der Scheitelgegend wurde die aus einer wässrigen Lösung von Methylblau bestehende Injektionsflüssigkeit an der ersten Leiche unter einem Druck von 70 mm Hg während einer halben Stunde, an der anderen unter einem Druck von 40 mm Hg nur während 5 Minuten eingeführt. Das Resultat, soweit es in diesem Zusammenhange interessiert, war folgendes.

Bei dem ersten Versuche zeigte es sich, dass nicht nur der subvaginale Raum, wie zu erwarten, mit der blaugefärbten Flüssigkeit angefüllt war, sondern diese war auch durch die Duralscheide des Sehnerven hindurchgedrungen und hatte die Aussenseite der Scheide und die innere Begrenzungsfläche der umliegenden Fettschicht blau gefärbt; und schliesslich war sie noch ein gutes Stück Weges in den Tenonschen Raum eingedrungen. Ausserdem aber war auch das Orbitalfett hinter dem Bulbus in grosser Ausdehnung regellos und diffus blaugefärbt. — Bei dem zweiten Versuch war das Resultat in der rechten und in der linken Orbita verschieden. In der rechten Orbita war die Injektionsflüssigkeit nicht weiter als bis zum hintersten Teil des subvaginalem Raumes um den Sehnerven herum (ungefähr bis zum Ursprung der Augenmuskeln) gelangt. In der linken Orbita dagegen hatte die Flüssigkeit den ganzen subvaginalem Raum erfüllt, war aber nicht ganz durch die durale Sehnervenscheide hindurchgedrungen, viel weniger denn bis zum Tenonschen Raume gelangt; die Duralscheide des Sehnerven war auf der Aussenseite von aus dem subvaginalem Raume her in die Scheide hineindiffundierter Injektionsflüssig-

keit schwach blaugefärbt, und diese letztere war auch in einige Blutgefässe der Orbita eingedrungen.

Der Schluss, der hieraus zu ziehen ist, scheint mir der zu sein, dass die Resultate vorgenommener Injektionen mit Vorsicht beurteilt werden müssen. Mit dem Umstande allein, dass die Injektionsflüssigkeit in einer bestimmten Richtung vordringt, ist es nicht ohne weiteres gegeben, dass sie in präformierten, offenen Bahnen gegangen ist, die im Leben strömende Flüssigkeit führen. Ist der Druck, unter dem die Injektion geschieht, hinreichend gross und die Zeit hinreichend lang, so kann die Injektionsflüssigkeit so gut wie überall hin gepresst werden. So drang sie in dem ersten der oben erwähnten Versuche durch die Dura und die Kalotte nach der Aussenseite des Knochens hin, so dass das Gewebe unter der Galea und auch die Haut auf grossen Flecken streifig oder diffus blaugefärbt wurde. Die Flüssigkeit verhält sich, wie auch Langer bemerkt hat, wie ein Extravasat. Sie dringt in erster Linie dorthin vor, wo sie den geringsten Widerstand findet, der Weg des geringsten Widerstandes braucht aber natürlich nicht notwendigerweise aus offenen Kanälen oder Räumen zu bestehen. Bei den hier fraglichen Injektionen kann es natürlich sehr wohl im speziellen Falle eintreffen, dass der Druck und die Zeit für die Injektion so abgepasst worden sind, dass die Injektionsflüssigkeit, nachdem sie aus dem subvaginalen Raume durch die Duralscheide des Sehnerven hindurch nach der Aussenseite derselben hin gepresst worden ist, sich zwischen der Scheide und dem umgebenden Fettgewebe nach dem Bulbus hin gedrängt hat und dort durch die Wand der Tenonschen Kapsel in den Tenonschen Raum gelangt ist, ohne an irgend einer Stelle nennenswert auch in das Fettgewebe, das den Sehnerven und den Bulbus umschliesst, hineindiffundiert zu sein. Denn dem oben Angegebenen gemäss muss gerade an der Grenze zwischen der Duralscheide des Sehnerven und dem orbitalen

Fettgewebe der Widerstand sehr gering sein, und ist aus diesem Grunde der Weg prädisponiert, eine ankommende Injektionsflüssigkeit zu leiten, deren weiterem Vordringen nach dem Tenonschen Raume hin die dünne und lockere Bindegewebsmembran, aus der die C. T. in der Umgebung des Sehnerven besteht, keinen grösseren Widerstand entgegensetzt. Dies ist jedoch nicht gleichbedeutend damit, dass um die Sehnervenscheide herum ein Raum vorhanden wäre, der den Tenonschen Raum in offene Verbindung mit dem Subduralraum setzt und im Leben von dem Auge herströmende Lymphe enthält.

Da aber der supravaginale Raum nicht existiert, und da, wie oben erwähnt, der Tenonsche Raum einer Endothelbekleidung entbehrt, so bleibt nichts von Schwabes Beweis dafür übrig, dass dieser letztere Raum ein mit dem cerebralen Subduralraum kommunizierender Lymphsack wäre. Und da ausserdem das Vorhandensein eines spaltenförmigen Raumes zwischen dem Bulbus und dem umgebenden Gewebe oder, genauer gesagt, die Auflockerung der dem Bulbus nächstliegenden Gewebsschicht eine genügende Erklärung durch die Bewegungen des Bulbus erhält, so meine ich, dass die Ansicht von dem Charakter des Tenonschen Raumes als Lymphraum in Schwabes Sinne nicht aufrecht erhalten werden kann. Übrigens ist bereits oben darauf hingewiesen worden, dass die Tenonsche Kapsel nach hinten zu um den Sehnerven herum an der Sclera inseriert, woraus folgt, dass der Tenonsche Raum sich nicht nach hinten in einen dem Sehnerven entlang gelegenen Raum öffnen kann.

Die praktische Erfahrung steht in gutem Einklang mit der eben ausgesprochenen Ansicht, die dem Tenonschen Raume Lymphsackcharakter und offene Verbindung mit dem cerebralen Subduralraume aberkennt. Laut Angabe von Richet soll es nämlich auch in der vorantiseptischen Zeit nur sehr selten eingetroffen sein, dass an den Augenmuskeln ausgeführte Myo-

tomie- und Tenotomieoperationen, die ja eine Eröffnung der Kapsel notwendig machten, zu „d'accidents inflammatoires“ führten.

Die Neigung der Entzündung bei Panophthalmie, sich nach dem Tenonschen Raume zu verbreiten, oder bei Tenonitis, auf das Innere des Bulbus überzugreifen, scheint mir nicht, wie Birch-Hirschfeld will, Langers und Virchows histologischen Beobachtungen entgegen zu der Annahme zu nötigen, dass das Innere des Auges mit dem Tenonschen Raume durch offene Lymphscheiden um die Vortexvenen herum in Kommunikation stehe. Wie Schwalbes Injektionen können die erwähnten klinischen Erfahrungen wohl höchstens als Beweis dafür angesehen werden, dass es zwischen der Venenwand und der Sclera einen Locus minoris resistentiae gibt. Dass ein an Mikrotomschnitten wahrnehmbarer Spaltenraum dort in den äusseren Teilen des Scleralkanals fehlt, kann ich bestätigen.

2. Die Beziehungen der Augenmuskeln zu dem orbitalen Bindegewebsapparat. Die Muskelscheiden.

a) Geschichtliches.

Da einerseits die Augenmuskeln sich an dem Bulbus befestigen, und dieser andererseits von der C. T. umschlossen wird, so müssen natürlich die Muskeln auf die eine oder andere Weise zu der Kapsel in Beziehung treten.

Die gewöhnliche Ansicht ist nun die, dass die Muskeln, um ihre Scleralansatzstellen zu erreichen, die Kapselwand perforieren.

Tenon berührte nur ganz kurz das Verhältnis zwischen den Muskeln und der Kapsel, indem er mehr im Vorbeigehen bemerkte, dass „la nouvelle tunique de l'œil“ die Muskeln hindurchtreten lässt. Die Frage nach den Beziehungen der Muskeln zur Kapsel war für Tenon von untergeordnetem Gewicht. Sie entbehrte für ihn aller praktischen Bedeutung, wie er überhaupt nicht die Bedeutung

erkannte, die die Kenntnis der neuen Membran für die praktische Ophthalmologie erhalten sollte. Erst nachdem man Schieloperationen auszuführen begonnen hatte, zeigte es sich, dass das Verhältnis der Augenmuskeln zu der Tenonschen Kapsel näherer Erforschung bedurfte.

Es stellte sich da heraus, dass Tenons Beschreibung unvollständig war, wenn er die Augenmuskeln nur ganz einfach durch die Kapselwand hatte hindurchgehen lassen. Denn die Muskeln sind von Fascien oder Bindegewebscheiden umgeben, die durch ihre Beziehung zur Kapsel dazu beitragen, die Muskeln mit dieser in Verbindung zu setzen.

Den *M. obliq. sup.* hatte bereits Tenon mit einer von der Kapsel ausgehenden Scheide ausgestattet. Scheiden für die übrigen Muskeln werden zwar auch von Tenon, wie auch von Zinn erwähnt, aber nur im Vorbeigehen. In deutlicheren Worten erwähnt sie Dalrymple (1834), der — ohne Tenons Arbeit zu kennen — um die Augenmuskeln herum ganz kurz „dense membranous sheaths“ beschrieben hat, die in der Umgebung des Bulbus sich miteinander verbinden und „a cellular capsule, loosely adherent to the sclerotic coat“ bilden sollten. Ernstere Aufmerksamkeit wurde indessen diesen Fascien oder Scheiden erst zugewandt, als die Frage nach dem Verhältnis der Augenmuskeln zur C.T. im Hinblick auf die Schieloperation aktuell geworden war.

Eine Art Muskelscheiden wurden von Malgaigne angedeutet, als er in seinem *Traité d'anatomie* Tenons Arbeit wieder ans Licht zog, er scheint sie aber ausschliesslich an das vorderste Stück der Muskeln (die Sehnen) verlegt zu haben, wo sie durch Duplikaturen der sog. *Fascia sous-conjunctival* gebildet sein sollten.

In klareren Worten werden Scheiden um die Augenmuskeln herum von Baudens (1840) erwähnt, der sie als Fortsätze der C.T. beschrieb. Die Muskeln sollen frei in ihren Scheiden liegen, die zur Verminderung der Reibung eine ziemlich reichliche Menge Synovia enthalten sollen. Seine Auffassung von der anatomischen Anordnung im übrigen zwischen den Augenmuskeln und der Kapsel versuchte Baudens für die Handhabung der Schieloperation fruchtbar zu machen, und ferner versuchte er daraus die Erklärung für ein vorgebliches physiologisches Verhältnis abzuleiten, das etwas dunkel als in einer zwischen allen Augenmuskeln herrschenden „solidarité d'action commune“ bestehend angegeben wurde.

Die Muskelscheiden werden auch von anderen Autoren dieser Zeit (z. B. Hélie) erwähnt. Das Verdienst, ihre Bedeutung erkannt und die Aufmerksamkeit auf das Wesentliche in dem Verhältnis zwischen den Muskeln des Auges und der C.T. gelenkt zu haben,

kommt jedoch in erster Linie Bonnet (1841—42) zu. Der Anlass zu seinen Studien über die C. T. war, wie schon erwähnt, der, dass er — ausser dass er die Schieloperation verbessern wollte — nach einer Erklärung teils für den physiologischen Konnex zwischen den Bewegungen der Augenlider und des Bulbus, teils für die seit der Einführung der Schieloperation wohlbekannte Tatsache suchte, dass die Durchschneidung des Augenmuskels, die aus leicht ersichtlichen Gründen eine Korrektur der Abweichung des Auges mit sich bringt, merkwürdigerweise dennoch nicht zugleich — wie man das a priori wohl erwarten sollte — temporär das Vermögen des Muskels, das Auge zu rotieren, ganz aufhebt. Die Sache ist bekanntlich die, dass der Muskel sogar unmittelbar nach der Tenotomie imstande ist, den Bulbus in der betreffenden Richtung, wenn auch mit geringerer Kraft als vorher, zu drehen. Diese Erscheinung kann natürlich nicht durch ein sekundäres Festwachsen der abgeschnittenen Sehne an der Sclera oder überhaupt durch einen Prozess erklärt werden, der zu seiner Entwicklung eine längere oder kürzere Zeit nach der Ausführung der Tenotomie in Anspruch nimmt. Vielmehr muss die Ursache im voraus gegeben sein und in einer zwischen den Augenmuskeln und dem Bulbus vorhandenen Nebenverbindung irgendwelcher Art bestehen.

Bonnet hat sich um die Erforschung dieser Verhältnisse ein grosses Verdienst erworben, und seine im Zusammenhang hiermit gelieferte Darstellung der Beziehungen zwischen den Augenmuskeln und der Tenonschen Kapsel ist von der Beschaffenheit, dass man mit Recht ihm die Ehre erwiesen hat, bei der Bezeichnung der Kapsel seinen Namen demjenigen Tenons beizufügen. Da seine Auffassung ausserdem sich ebenso sehr durch einfache Natürlichkeit wie seine Darstellung durch Klarheit sich auszeichnet, so verdienen seine Arbeiten eine ausführlichere Erwähnung.

Die Augenmuskeln, schreibt Bonnet, haben vorn, kann man sagen, zwei Insertionen, die eine an der Sclera, die andere an der C. T. Die Kapselinsertion ist so fest, dass, wenn man in der eröffneten Orbita von hinten her einen blossgelegten und vom Bulbus abgelösten Muskel aus der Kapsel zu ziehen versucht, der Muskel eher zerreisst, als dass er sich von der Kapselwand ablöst. Infolgedessen wird jede Bewegung, welche die Muskeln dem Bulbus erteilen, auch auf die Kapsel übertragen werden. Da nun diese am Fornix conjunct. sich in die Augenlider hinein zu den Tarsi hin fortsetzt und ausserdem mittels der „fascia sous-conjonctival“ und der Conjunctiva bulbi mit dem Bulbus verbunden ist, so erklärt sich hierdurch einfach sowohl der Konnex zwischen den Bewegungen der Augenlider und des Bulbus als auch die klinische Beobachtung, dass ein innerhalb der Kapsel abgeschnittener Muskel andauernd den Bulbus beeinflussen kann. Die letztere Tatsache gründet sich mit anderen Worten darauf, „que les muscles de l'œil s'insèrent tout à

la fois à la sclérotique et à la capsule fibreuse, on ne coupe dans l'opération du strabisme que la première de ces insertions¹⁾.

Die anatomische Unterlage für den Zusammenhang zwischen den Augenmuskeln und der C. T. wird näher geschildert. Der Zusammenhang wird nicht nur durch Adhärenzen zwischen den Muskeln und der Kapsel an den Durchtrittsöffnungen in der Kapselwand, sondern auch mittels von der Kapsel zu den Muskeln hinziehender fibröser Scheiden bewirkt. Jeder Muskel hat zwei solche Scheiden. Der Muskel kann nämlich in einen intra- und einen extrakapsulären Teil zerlegt werden, je nachdem er innerhalb (vor) oder ausserhalb (hinter) der Kapsel liegt, und eine Scheide geht nach jedem der beiden Teile hin. Von der Durchtrittsöffnung der Kapselwand aus verläuft die eine der beiden Scheiden nach vorn zur Insertion des Muskels an der Sclera, die andere nach hinten zum Ursprung des Muskels hin. Die Scheiden adhäreren — im Gegensatz zu dem, was Baudens behauptete — intim an den Muskeln, ausgenommen die extrakapsuläre Scheide des M. obliq. sup. Letztere Scheide ist mit einer Synovialmembran ausgekleidet, und der Muskel liegt darin frei.

Es lässt sich kaum sagen, dass von den Forschern, die nach Bonnet die C. T. studiert haben, betreffs des Verhältnisses, in welchem die Kapsel und die Augenmuskeln zueinander stehen, jemand seiner Beschreibung etwas von praktischer Bedeutung hinzugefügt oder eine wesentliche Änderung daran vorgenommen hätte, die als ein Fortschritt in der Auffassung zu bezeichnen wäre. Zwar sind von späteren Forschern kleinere anatomische Details genauer festgestellt und neue Einzelheiten zutage gefördert worden, und Bonnets Schilderung hat sich nicht in allem als völlig exakt erwiesen. Fest steht jedoch, dass das Centrale der Frage — die Festigkeit und Stärke des Zusammenhanges zwischen der C. T. und den Augenmuskeln — von keinem schärfer hervorgehoben worden ist als von Bonnet. Die funktionelle Bedeutung, die diesem Zusammenhang zuzuschreiben ist, hat bei späteren Autoren meistens allzu wenig Beachtung gefunden.

Viele Forscher haben mit Baudens und Bonnet die Fascien oder Scheiden der Augenmuskeln als Fortsätze der C. T. aufgefasst. Aber auch zwischen solchen Autoren, die in dieser Beziehung derselben prinzipiellen Anschauung huldigen,

¹⁾ Es sei hier daran erinnert, dass Merkel auf einen anderen anatomischen Umstand hingewiesen hat, der zu demselben Effekt beiträgt, nämlich das Vorhandensein der sog. Adminicula, die sozusagen akzessorische Skleralinsertionen für die Augenmuskeln bilden und bei der Tenotomie oft mehr oder weniger intakt gelassen werden.

kommen allerhand Divergenzen in der Beschreibung der Muskelscheiden vor.

Einige haben im Anschluss an Bonnet zwei Scheiden an jedem Muskel zu finden geglaubt, beide von der Kapselwand ausgehend (Panas 1873, Gerlach 1880, Tillaux 1890, Testut et Jacob 1905). Die eine Scheide soll den innerhalb der Kapsel belegenen Teil des Muskels bis zur Insertion an der Sclera umgeben („la gaine tendineuse“ — Testut); die andere soll von der Kapsel nach hinten zu gehen und den Muskelbauch einschliessen („la gaine musculaire“). Lockwood (1885), der zwei Kapseln beschrieben hat, lässt die erstere Scheide — die um die Sehne herum — von der inneren Kapsel, die letztere — die für den Muskelbauch — von der äusseren Kapsel gebildet werden.

Andere wieder haben die intrakapsuläre Scheide ausgeschlossen und an jedem Muskel nur eine extrakapsuläre Bindegewebshülle beschrieben (Cruveilhier 1845, Richet 1855, Sappey 1888, H. Virchow 1902 u. a.).

Die Forscher sind im allgemeinen darüber einig, dass die Wand der extrakapsulären Scheide oder Fascie an den geraden Augenmuskeln nicht dieselbe Dicke ihrer ganzen Ausdehnung nach hat, sondern dass sie dünner nach hinten zu als vorn nach der Kapsel hin ist. Hierauf wurde bereits von Bonnet hingewiesen, und es ist weiter von vielen späteren Forschern betont worden. Die Tatsache, die leicht an dem ersten besten Präparat zu konstatieren ist, dürfte die Erklärung dafür abgeben, dass verschiedene Autoren die Scheide die Muskeln verschieden weit nach hinten haben umschliessen lassen.

Einige haben sie unter allmählichem Dünnerwerden die Muskeln bis zu ihrem Ursprung am Foramen opticum begleiten lassen. Andere haben sie am hintersten Viertel oder Drittel der Muskeln verschwinden lassen. Nach vielen soll die Scheide beim Abgang von der Kapsel dieselbe Dicke und Konsistenz wie die Kapselwand haben, während ihres Verlaufes nach hinten zu aber gradweise dünner werden, so dass sie bereits an der Mitte des Muskels zu einem unansehnlichen Häutchen wird, die wie ein dünner Schleier die hintere Muskelhälfte umschliesst (Sappey, Lockwood, H. Virchow u. a.). — Der M. obliq. sup. wird nach der Angabe der meisten von seiner extrakapsulären Scheide nur zwischen der Kapselwand und der Trochlea umschlossen, während der hinter der Trochlea liegende Muskelteil „sozusagen nackt im Orbitalfett badet“ (Testut, Sappey u. a.). Nur Merkel und Kallius sind es, die eine dicke Fascie auch das vordere Drittel der retro-trochlearen Portion des Muskels umgeben lassen. — Von dem M. obliq. inf. geben viele an, dass er von einer Fascie bis zur Ansatzstelle am Knochen um-

geschlossen sei; nach Gerlach soll der Muskel nur in dem Teile mit einer Fascie bekleidet sein, der dem Orbitalfett zugekehrt ist.

Viele Autoren haben es unterlassen, sich über die Stärke und sonstige Beschaffenheit des zwischen den Muskeln und ihren Bindegewebshüllen herrschenden Zusammenhanges zu äussern. Andere haben sich mehr oder weniger bestimmt darüber ausgesprochen.

Von der intrakapsulären Scheide ist angegeben worden, dass sie ihrer ganzen Ausdehnung nach intim an dem Muskel adhäriert (Testut u. a.). Betreffs der extrakapsulären haben sich viele ausdrücklich zu der Bonnetschen Auffassung von einem festen Zusammenhange bekannt (Tillaux, Sappey, Thane), und im allgemeinen scheinen diese Autoren zu meinen, dass die Verbindung zwischen dem Muskel und der Scheide dieselbe Festigkeit und den gleichen Charakter der ganzen Länge der Scheide nach hat. Nach einer Angabe von H. Virchow (1902) wäre dies jedoch nicht der Fall, vielmehr soll bezüglich der geraden Augenmuskeln der Zusammenhang eine grösste Intimität an einer bestimmten, begrenzten Stelle besitzen, nämlich ca. 1 cm hinter der C. T. — Einige Forscher (Hélie, Luschka, Lockwood, H. Virchow) wollen beobachtet haben, dass von den geraden Augenmuskeln her kleinere Muskelbündel in die extrakapsulären Scheiden übergehen; andere haben dies nicht bestätigen können.

Nach der Anschauung von dem prinzipiellen Verhältnis zwischen der C. T. und den Bindegewebshüllen der Augenmuskeln, die in der bisherigen Darstellung so gut wie ausschliesslich berührt worden ist, und dergemäss die Bindegewebshüllen als röhrenförmige Anhänge oder Fortsätze der Kapsel betrachtet werden, kann letztere als ein Centrum bezeichnet werden, von dem die Bindegewebshüllen der Muskeln ausstrahlen. Es ist bereits einmal gesagt worden, dass Sappey sogar in der Terminologie dies zum Ausdruck gebracht hat, indem er die „aponévrose orbitaire“ in eine „portion centrale“ und davon ausgehende „prolongements“ verschiedener Ordnungen einteilt.

Indessen ist das gegenseitige Verhältnis zwischen den fibrösen Bildungen, die einerseits den Bulbus, andererseits die Muskeln umschliessen, keineswegs von allen Forschern von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet worden. Für einige hat nämlich die Bindegewebshülle um den Bulbus herum keine solche dominierende Stellung in dem Fascienapparat der Orbita

eingenommen, dass sie von ihnen als Centrum dieses Apparates hat bezeichnet werden können. Es fehlt demgemäss in der Literatur auch nicht an Darstellungen, die, da sie sich auf ganz andere prinzipielle Anschauungen gründen, von den von Bonnet u. a. gelieferten Beschreibungen teilweise weit abweichen.

Eine dieser abweichenden Betrachtungsweisen spricht sowohl den membranösen Hüllen der Augenmuskeln als der C. T. volle Selbständigkeit zu. Der Bulbus ist von einer fibrösen Kapsel umgeben, und die Muskeln werden je von einer nach dem Bulbus zu an Dicke zunehmenden Fascie umschlossen. Die Muskelfascien verschmelzen mit der Kapselwand an den Durchtrittsöffnungen für die Muskeln.

Als Vertreter einer derartigen Anschauung findet man unter anderen Luschka (1867) sowie Merkel und Kallius (1901). Den beiden letztgenannten Autoren nach soll es bezüglich der Fascien der geraden Muskeln übrigens eigentlich nur das innere, auf der bulbären Seite des Muskels liegende Blatt der Fascie sein, das in die Kapsel übergeht, während das äussere, die orbitale Oberfläche des Muskels bekleidende Blatt nach dem Bulbus zu sich in Stränge und Züge auflöst, die unter der Bezeichnung „Fascienzipfel“ näher geschildert werden.

Eine dritte Anschauung ist bereits im vorhergehenden angedeutet worden. Es ist die, welcher Dalrymple Ausdruck gegeben hat. Sie lässt die beiden Blätter — das orbitale und das bulbäre — der Muskelfascie, nachdem sie mit dem Muskel an den Bulbus angelangt sind, auseinanderweichen und den Bulbus als Kapsel umschliessen. Dieser Anschauung gemäss ist es keineswegs die C. T., die als centraler Teil die Muskelscheiden als „prolongements“ entsendet, vielmehr sind es die Fascien der Augenmuskeln, die die wesentliche Partie des Bindegewebsapparates ausmachen, von welcher die Kapsel des Bulbus als ein Anhang gebildet wird.

Mehr oder weniger offen ausgesprochen findet sich diese Betrachtungsweise bei mehreren Autoren und auch bei solchen aus jüngerer Zeit (Lucien Boyer 1841, Magni 1868, Gunn 1898).

Als ihr Vertreter par préférence kann Motais (1887, 1903) bezeichnet werden.

Nach Motais sollen alle Fascienbildungen in der Orbita verschiedene Teile einer einzigen grossen, allen intraorbitalen Organen gemeinsamen Fascie bilden. Diese Fascie umschliesst die sämtlichen Organe der Orbita, wie Muskeln, Gefässe, Nerven usw. in der Weise, dass sie von der einen Bildung zur anderen hinzieht und dabei dadurch, dass sie sich spaltet, für eine jede derselben eine Scheide bildet. Daher ist die Fascie von Motais „l'aponévrose commune“ genannt worden — mit dem Zusatz „des muscles“ oder „capsule musculaire“, da die Fascie nach Motais' Ansicht sich wesentlich wie eine typische Muskelfascie verhält. Die beiden Blätter der Scheiden, die so die „aponévrose commune“ für die geraden Augenmuskeln bildet, verdicken sich in der Höhe der hinteren Hemisphäre des Bulbus und nehmen sodann einen sehr verschiedenen Verlauf. Das tiefe Blatt verlässt den Muskel und biegt sich auf die Hinterseite des Bulbus um, den es als „capsule postérieure“ umschliesst. Das oberflächliche Blatt teilt sich am Äquator des Bulbus in zwei wesentlich verschiedene Lamellen. Die eine, mächtigere, geht zu den Augenlidern und zum Orbitalrande in Form eines „fibrösen Trichters“. Die andere, dünnere Lamelle begleitet die Muskeln bis zu ihren Ansatzstellen an der Sclera und geht dann längs des Bulbus weiter bis zur Cornea hin: die „fascia sous-conjonctival ou capsule antérieure“. „La capsule antérieure“ und „la capsule postérieure“ bilden zusammen „la capsule fibreuse complète du globe“.

Es ist also die gemeinsame Fascie und nicht die C. T., die die Augenmuskeln mit Scheiden versieht. Die C. T. ist nicht das Centrum des orbitalen Fascienapparates, sondern „en réalité elle n'est qu'un diverticulum de l'aponévrose commune“.

Durch die Art, wie Motais das Verhältnis zwischen den Bindegewebshüllen der Augenmuskeln und der Kapsel betrachtet, ist er zu einer anderen als der gewöhnlichen Auffassung von der Relation der Muskeln selbst zur Kapsel geführt worden. Er ist nämlich der Ansicht, die er auch mit grossem Nachdruck ausgesprochen hat, dass die Augenmuskeln keineswegs, wie es die langläufige Vorstellung ist, die Kapselwand perforieren. Seinem Standpunkt in dieser Frage gibt er in folgendem Satze Ausdruck: „L'aponévrose commune n'est pas traversée par les muscles, elle les abandonne vers leur cinquième antérieure.“

Motais ist zu seiner eigentümlichen Anschauung durch vergleichende anatomische Studien des orbitalen Fascienapparates ge-

kommen. Er hat einen Anhänger in Königstein (1898) erhalten, der sich vollständig seiner Ansicht angeschlossen hat.

Es mag zum Schluss erwähnt werden, dass noch einige andere Autoren die Ansicht geäußert haben, dass die Wand der C. T. nicht von den Augenmuskeln perforiert wird. Schwalbe, der durch seine Injektionen zu der Auffassung kam, dass die Kapsel unter den geraden Augenmuskeln sich nicht weiter als bis zu den Insertionen dieser Muskeln an der Sclera erstreckte, hat infolgedessen einmal gemeint, dass die Augenmuskeln ihrem ganzen Verlaufe nach ausserhalb der geschlossenen Kapsel liegen. In diesem Punkte fand er jedoch nur wenige Nachfolger (Waldeyer), und er änderte auch später selbst seine Ansicht.

Ausserdem meinen einige französische Lehrbuchverfasser (Tillaux 1890, Testut 1899, Testut et Jacob 1905), dass zwar die Augenmuskeln mit ihrem bulbären Ende innerhalb der Kapsel liegen, dass sie aber doch nicht durch Perforation der Kapselwand dahin gelangen. Sondern „devant chacun des muscles, la capsule de Tenon, au lieu de se laisser perforer, se déprime en doigt de gant et accompagne les tendons jusqu'à leur insertions sur la sclérotique“; so entstehen „les gaines tendineuses“ (Testut).

b) Eigene Untersuchungen.

Die allgemeine Anordnung des extrakapsulären Orbitalbindegewebes.

Die Orbitalhöhle beim Menschen ist bekanntlich zu grossem Teile von Fett ausgefüllt, das gleichsam eine hintere Kapsel für den Bulbus (die Capsula adiposa bulbi der Autoren) bildet und im übrigen die Zwischenräume zwischen den sonstigen Bildungen der Orbita einnimmt. Dieser Reichtum an Fett erschwert es in hohem Grade, über die Einzelheiten des Binde-

gewebsapparates ins klare zu kommen. Hinzuzufügen ist indessen, dass diese Schwierigkeit nicht nur in der Reichlichkeit des Fettes, sondern auch, und noch mehr, in dem intimen Zusammenhang desselben mit dem Bindegewebe ihren Grund hat. Im vorhergehenden ist gesagt worden, dass die festen Adhärenzen des Fettgewebes an die C. T. mehr als alles andere die Isolierung dieser Bildung erschweren; und gleicher Art sind nun die Schwierigkeiten, die sich der Präparierung der übrigen Teile des orbitalen Bindegewebsapparates entgegenstellen.

Die Entfernung des Orbitalfettes stösst an verschiedenen Stellen auf verschieden starken Widerstand. Leicht ist es von der Duralscheide des Sehnerven und von den hinteren Teilen der Augenmuskeln abzulösen. Verhältnismässig leicht kann es auch aus dem vordersten Teil des Raumes entfernt werden, der auf der oberen Seite des Bulbus liegt, und der oben von der Periorbita des Orbitaldaches, unten von der Fascia des M. levator p. s. und vorn von dem Septum orbit. begrenzt wird (Fig. 1). Aus dem entsprechenden Raum auf der unteren Seite des Bulbus, begrenzt unten von der Periorbita des Orbitalbodens, oben von der C. T. und vorn vom Septum orbit., ist die Entfernung des Fettes dagegen mit einiger Schwierigkeit verknüpft. Am schwierigsten indessen gestaltet sich das Präparieren der Bindegewebscheiden, die hinter dem Äquator des Bulbus die vorderen Teile der Augenmuskeln umschliessen. Das Fettgewebe adhärirt so fest an diesen Scheiden, dass man gleichwie bezüglich der C. T. in Verlegenheit kommen kann, wenn es gilt, die Scheiden gegen die Umgebung abzugrenzen. Die Adhärenzen sind hier wie an der Aussenseite der Kapsel durch Bindegewebsstränge und Bindegewebssepta bedingt, die von dem Fettgewebe aus in die Muskelscheiben übergehen.

Das Orbitalfett ist nämlich in seiner Gesamtheit von derartigen Bindegewebszügen und Bindegewebsblättern durchzogen. Die Züge und Blätter sind, wie man an Mikrotomschnitten

durch die Orbita sehen kann, von feinerem und gröberem Kaliber, verlaufen in verschiedenen Richtungen ziemlich regellos und verbinden sich auf mannigfache Weise miteinander zu einem Maschenwerk mit grösseren und kleineren, von Fettzellen ausgefüllten Räumen (Figg. 3 u. 4, Taf. 1/2; Figg. 5 a u. 6, Taf. 3/4). Vermittels auslaufender Stränge und Septa hängt dieses Maschenwerk sowohl mit der Periorbita als mit den Bindegewebshüllen der in der Orbitalhöhle eingeschlossenen Bildungen zusammen.

In dem im grossen und ganzen regellos gebauten Maschenwerk lässt sich an gewissen Stellen jedoch eine gewisse Gesetzmässigkeit verspüren. Stränge und Blätter gröberer Art haben die Neigung, in der Längsrichtung der Orbita zu verlaufen (Fig. 3). Auf der Aussenseite der geraden Augenmuskeln, ganz vorn am Bulbus, haben die längsgehenden Bindegewebszüge einen typischen und regelmässig wiederkehrenden Verlauf. Von den Scheiden der Muskeln ausgehend, ziehen sie nämlich in überwiegender Anzahl unter spitzem Winkel von den Scheiden divergierend in der Richtung schräg nach vorn und nach der Peripherie der Orbita hin. Die Folge ist die, dass das Fettgewebe bei der Präparation hieselbst gern sich in dachziegelförmig einander deckende Schichten spaltet, die von vorn aus leicht emporgehoben werden können, die aber nach hinten zu mit den Muskelscheiden so intim zusammenhängen, dass eine gewaltsame Entfernung derselben gewöhnlich das Zerreißen der Scheiden zur Folge hat. — Unmittelbar hinter dem Bulbus und bis an seinen Äquator hin macht sich bei anderen Bindegewebszügen eine gewisse Tendenz zu zirkulärer Anordnung um die Orbitalachse herum bemerkbar. Deutlich tritt dieser zirkuläre Verlauf jedoch nur in dem oberen lateralen Quadranten zwischen dem M. rectus sup. und dem M. rectus lat. hervor (Fig. 6). — Schliesslich kann als charakteristischer Zug hervorgehoben werden, dass in den Winkeln zwischen den Muskel-

scheiden und der C. T. auf der Hinterseite des Bulbus die Maschenräume in der Richtung nach vorn zu allmählich kleiner, die Bindegewebszüge dagegen gleichzeitig gröber werden, so dass das Maschenwerk nach den Winkelspitzen hin immer dichter wird (Figg. 3 u. 4).

Was dagegen weder bei Präparation noch an Mikrotomschnitten beobachtet werden kann, sind Fascienbildungen, die sich über grössere Gebiete der Orbita im Zusammenhang ausbreiten, und von dem einen Organ zum anderen hin verfolgt werden können. Wenn Motais und Königstein angeben, dass die Augenmuskeln und auch alle anderen orbitalen Bildungen miteinander durch eine gemeinsame Fascia („l'aponévrose commune“) verbunden sind, die zwischen den verschiedenen Bildungen hinzieht, jede derselben mit einer Bindegewebsscheide versehen, so darf man vielleicht annehmen, dass die Darstellung als bis zu einem gewissen Grade schematisch aufgefasst werden soll. Dieses Schema besitzt aber so wenig Übereinstimmung mit der wirklichen Anordnung des orbitalen Bindegewebsapparates, dass es geeignet ist, zu einer vollständig fehlerhaften Auffassung davon zu führen.

Sollte man möglicherweise die Neigung fühlen, an seinem Präparationsvermögen zu zweifeln und in einem Mangel an technischer Geschicklichkeit die Ursache dafür zu erblicken, dass das Präparieren einer Fascie, die sich in der von Motais angegebenen Weise verhält, nicht gelingt, so versäume man nicht, mikroskopische Frontalschnitte durch die Orbita zu betrachten.

Nach Motais soll auf einem Frontalschnitt „l'aponévrose commune“ im Verhältnis zu den Augenmuskeln ein Bild zeigen, ungefähr wie Fig. 5 b, Taf. 3/4 es zeigt. Fig. 5 a zeigt das Aussehen des Fascienapparates in dem wirklichen Querschnitt. Ein einziger vergleichender Blick dürfte genügen, um sich von der Irrtümlichkeit der Auffassung Motais' zu überzeugen.

Wenn auch vielleicht der Bindegewebsapparat bei den

Tieren nach Motais' Schema angeordnet ist, worüber ich keine Erfahrung besitze, so trifft dies doch jedenfalls nicht beim Menschen zu. Dass man vermittels Motais' Präpariermethode vorn am Bulbus zwischen den geraden Augenmuskeln fascienähnliche Gewebsbildungen erhalten kann, die die einander zugewandten Muskelränder verbinden, halte ich durchaus für möglich. Die Erklärung liegt in dem oben erwähnten Umstande, dass die Bindegewebszüge des orbitalen Fettgewebes unmittelbar hinter dem Bulbus eine Tendenz zu zirkulärem Verlauf zeigen; wird das Fett weggeschmolzen, so kann natürlich das zurückbleibende, mit Fettzellenresten vermischte Bindegewebsstroma als eine Art Fascie von der angegebenen Anordnung dargestellt werden. In dem oberen lateralen Quadranten kann eine Lamelle, welche den lateralen Rand des M. rectus sup. mit dem oberen Rand des M. rectus lat. verbindet und sich von der C. T. aus etwa einen Zentimeter nach hinten erstreckt, sogar ohne Zuhilfenahme besonderer Massregeln durch blosse Präparation mit dem Messer erhalten werden; auch an den Frontalschnitten tritt dort eine solche hervor (Fig. 6, b. s.), und es ist ja anzugeben, dass an dieser Stelle wirklich die Anordnung an Motais' Schema erinnert. Doch geht man zu weit, auf Grund dieses kleinen Details für den ganzen orbitalen Bindegewebsapparat beim Menschen einen Bau von der Art zu behaupten, wie Motais ihn angegeben hat.

Beziehungen der Augenmuskeln zur C. T. Die Muskelscheiden.

Schwalbes einmal geäußerte Meinung, dass die Augenmuskeln ganz ausserhalb des Tenonschen Raumes lägen, gründete sich offenbar auf eine Missdeutung. Der Umstand, dass eine in den Tenonschen Raum eingepresste Flüssigkeit an den geraden Augenmuskeln nicht weiter nach vorn dringt als bis zu den Ansätzen der Muskeln an der Sclera,

beweist ja an und für sich keineswegs, dass die Muskeln die erwähnte Lage einnehmen müssen. Denn die Ursache hiervon kann ja ebensogut die sein, dass die Innenseite der Kapsel so intim der Aussenseite der intrakapsulären Teile der Muskeln, sowie — nach vorn von den Muskelinsertionen — der Sclera selbst adhärirt, dass bei dem zur Anwendung kommenden Injektionsdruck das Vordringen der Flüssigkeit zwischen der Kapselwand und den genannten Gewebsbildungen dadurch verhindert wird.

Es ist wohl auch zurzeit allgemein anerkannt, gleichwie es durch Präparation sich leicht nachweisen lässt, dass die bulbären Enden der Muskeln nicht ausserhalb, sondern innerhalb des Tenonschen Raumes liegen. Und natürlich müssen die Muskeln, um dorthin zu kommen, durch die Kapselwand hindurchtreten.

Motais' Anschauung, die ihren konzentrierten Ausdruck in dem Satze erhalten hat, dass die „capsule externe“ nicht von den Augenmuskeln durchsetzt wird, sondern dass sie dieselben verlässt, lässt sich wohl mehr als originell denn als der Wirklichkeit entsprechend bezeichnen. Dass ich diese Anschauung, zu der Motais durch seine prinzipielle Auffassung des orbitalen Fascienapparates überhaupt kam, nicht teilen kann, folgt schon aus dem, was oben über die allgemeine Anordnung des Bindegewebes gesagt wurde.

Was dann die Frage betrifft, von welchem Gesichtspunkt aus das Verhältnis zwischen der Tenonschen Kapsel und denjenigen Bindegewebsscheiden, die extrakapsulär die Augenmuskeln umschliessen, zu betrachten ist, besitzt sie keine grössere Bedeutung. Doch möchte ich darüber folgendes bemerken.

Die Betrachtungsweise, die die Muskelscheiden vorn sich ausbreiten und unter Verschmelzung miteinander die Kapsel bilden lässt, scheint, gelinde gesagt, wenig glücklich. — Das

Sappey'sche Schema, das die Muskelscheiden Fortsätze („prolongements“) der Kapsel sein lässt, ist in mehreren Hinsichten ansprechend, Einwände aber lassen sich auch dagegen tun. Zugunsten des Schemas kann, wie das auch Sappey selbst bemerkt, darauf hingewiesen werden, dass die fraglichen Scheiden in ihren vorderen Abschnitten hinsichtlich der Dicke und Resistenz grosse Ähnlichkeit mit der Kapselwand aufweisen, und weiter dass das Schema geeignet ist, schnell eine klare Vorstellung von dem gegenseitigen Verhältnis der Kapsel und der Scheiden zu geben. Gegen dasselbe kann angeführt werden: 1. dass die Ähnlichkeit mit der Kapselwand nicht für alle Scheiden gilt, indem die Scheide des *M. obliq. inf.* in dieser Hinsicht eine Ausnahme bildet; 2. dass die hintere Scheide des *M. obliq. sup.*, die nach vorne zu an der Trochlea endet und an dieselbe ansetzt, nicht als ein Fortsatz der Kapsel bezeichnet werden kann und 3. dass die Scheiden der geraden Augenmuskeln ein Stück hinter der Kapsel in eine solche Beziehung zu ihren resp. Muskeln treten, dass man, statt sie als Kapselfortsätze aufzufassen, die nach hinten verlaufen, eher sich versucht fühlte, sie von dem Muskel ausgehen und in der Richtung nach vorn zur Kapselwand hinziehen zu lassen. Unter solchen Umständen kann ich nicht der Meinung Virchows beitreten, dass man sich an Sappey unbedingt anschliessen kann.

Aus angegebenen Gründen scheint es mir im Gegenteil eher zweckmässiger, mit Merkel und Kallius die Muskelscheiden als selbständige Bildungen zu betrachten.

Die Bindegewebsformationen, die hier nach französischem Vorbilde „Muskelscheiden“ genannt werden, haben in der deutschen Literatur gewöhnlich die Bezeichnung „Fascien“ erhalten. Indessen haben, wie wir sehen werden, die meisten von ihnen ein anderes Aussehen und treten auch in eine andere anatomische und funktionelle Beziehung zu den Muskeln als gewöhnliche Muskelfascien. Da somit diese Bildungen nicht ganz der bestimmten Vorstellung entsprechen, die mit dem Begriff „Muskelfascie“ verknüpft ist, so scheint mir der mehr indifferente Ausdruck „Muskelscheide“ den Vorzug zu verdienen.

Scheiden der Mm. recti. Von den geraden Augenmuskeln könnte man sagen, dass die hinteren zwei Drittel „nackt im Orbitalfett baden“. Jeder gerade Augenmuskel ist nämlich von dem Ursprung am Foramen opticum an bis zu einer Frontalebene dicht hinter dem hinteren Pol des Bulbus lediglich von einem spinnwebdünnen Bindegewebshäutchen umgeben, das, an Mächtigkeit die gröberen Blätter des inneren Perimysium nicht übertreffend, die braunrote Farbe des Muskelfleisches hervortreten lässt. Das Häutchen verdient weder den Namen „Fascie“ noch „Scheide“, sondern ist am zweckmässigsten als Perimysium externum des Muskels zu bezeichnen.

Nur der vordere Teil des Muskelbauches wird von einer mächtigeren Bindegewebshülle, einer wirklichen *Scheide*, umschlossen. Diese Scheide beginnt ungefähr an der Grenze zwischen dem mittleren und dem vorderen Drittel der Länge des Muskels und umgibt diesen bis zur C. T.; sie hat demnach eine Länge von nur 10—12 mm (Figg. 1, 2, 3 u. 4). Die Scheide begleitet nicht den Muskel in den Tenonschen Raum hinein, wie von gewisser Seite her behauptet worden ist, sondern endet beim Eintritt des Muskels in die Kapsel und vereinigt sich dort mit der Kapselwand.

Da der Muskel die sphärisch gewölbte Kapselwand tangential durchsetzt, verbindet sich das innere oder bulbäre¹⁾ Blatt der Muskelscheide mit der Kapselwand zu einer „Lippe“, einer „inneren Lippe“, während das äussere oder orbitale Blatt ohne solche Lippenbildung und ohne jede markierte Grenze in die Kapselwand übergeht (Figg. 1 u. 2). Diese anatomische Tatsache, dass eine „äussere Lippe“ fehlt, und dass die Grenze zwischen dem orbitalen Scheidenblatt und der Kapselwand nur mit Hilfe der „inneren Lippe“ bestimmt werden kann, sei hier

¹⁾ Im folgenden ist bezüglich der Muskeln und ihrer Scheiden „inner“ oder „bulbär“ gleichbedeutend mit: „dem Bulbus zugewandt“, und „äusser“ oder „orbital“ gleichbedeutend mit: „der Orbitalwand zugewandt“.

ausdrücklich betont, da in ihr teilweise die Erklärung für gewisse Meinungsverschiedenheiten zu finden ist, auf die wir im nächsten Kapitel zu sprechen kommen werden.

Aus demselben Grunde sei hervorgehoben, dass die Scheide, die keine gegen das Orbitalfett wohlbegrenzte und leicht isolierbare Membran bildet, sondern in der oben erwähnten Weise mit dem fibrösen Maschenwerk, von dem das Orbitalfett durchzogen ist, zusammenhängt, an der Kapsel sich etwas nach den Seiten hin ausserhalb der Muskelränder ausbreitet, so dass der Winkel zwischen den Seitenkanten der Scheide und der Kapselwand dadurch ausgefüllt und abgerundet wird. Besonders bezüglich der Scheide des *M. rectus sup.* fällt dies Verhältnis in die Augen und hat hier zur Beschreibung sog. Fascienzipfel geführt. Diese Scheide dehnt sich nämlich von dem medialen Rande des Muskels aus zu einer diffus begrenzten dreieckigen Lamelle, bei der die neben dem Muskelrande liegende Spitze nach hinten gerichtet ist und die nach vorn gewandte Basis in die Kapselwand und die prätrochleare Scheide des *M. obliq. sup.* übergeht; auf der lateralen Seite des Muskels dehnt die Scheide sich zu einer gleichfalls diffus begrenzten Lamelle aus, die sich teils mit der Scheide des *M. rectus lat.* — es sind dies die oben erwähnten, zirkulär zwischen den beiden Muskeln verlaufenden Bindegewebszüge — teils nach vorn zu mit der Kapsel im oberen lateralen Quadranten verbindet; und hier können die Fasern von der Scheide aus durch die Kapselwand bis in die Bindegewebsbildung hinein verfolgt werden, die im nachstehenden unter der Bezeichnung „*Retinaculum oculi laterale*“ beschrieben werden wird.

Der Zusammenhang zwischen den Muskelscheiden und der C. T. kommt dadurch zustande, dass die longitudinal verlaufenden Fasern der Scheiden kontinuierlich in die Kapselwand übergehen, in welcher sie eine kürzere oder längere Strecke verfolgt werden können. Er wird indessen nicht nur durch

collagene Fasern vermittelt. Die Scheidenwand ist nämlich durchzogen von einem dichten Netz- und Flechtwerk feiner und grober elastischer Fasern, so dass man fast sagen könnte, dass sie aus elastischem Gewebe besteht (Fig. 21, Taf. 9/10). Nun strahlen diese elastischen Fasern, die im äusseren Blatt der Scheiden hauptsächlich in der Längsrichtung der Muskeln, im inneren Blatt aber auch zu einem ansehnlichen Teil senkrecht dagegen verlaufen, nach vorn zu in grosser Anzahl in die Wand der C. T. aus, die dadurch vor den Muskelscheiden sehr reich an elastischen Elementen wird. Auf diese Weise werden die Scheiden — und besonders ihr orbitales Blatt — mit der Tenonschen Kapsel und genauer bestimmt mit der verdickten Partie der Kapselwand, die gürtelförmig den Äquator des Bulbus umschliesst, fest verbunden.

Nun stehen die Muskelscheiden auch in einer bemerkenswerten anatomischen Beziehung zu ihren resp. Muskeln, wodurch sie eine gewisse physiologische Aufgabe erfüllen. Weit davon entfernt, den Muskeln nur lose zu adhären, gehen sie nämlich auch mit diesen eine sehr feste und intime Verbindung ein. Hierdurch verbinden die Scheiden die C. T. mit den geraden Augenmuskeln derart, dass der Effekt der Kontraktionen der letzteren sich ausser an dem Bulbus auch an der Kapsel geltend machen muss. Da der intime Zusammenhang zwischen den Scheiden und den Muskeln demnach grosse funktionelle Bedeutung besitzt, wie im folgenden noch weiter dargelegt werden wird, so verdient er ausführlicher behandelt zu werden.

Die Scheide ist nicht ihrer ganzen Ausdehnung nach von der C. T. bis zu ihrem hinteren Ende hin (10—12 mm) gleich intim mit dem Muskel verbunden. Weniger fest ist die Verbindung in der vorderen Hälfte der Scheide wie auch in dem Kapselschlitz selbst. In diesem Abschnitt wird der Zusammenhang nur durch verhältnismässig lockeres Bindegewebe ver-

mittelt, das zwischen der Scheidenwand und dem Muskel nur eine relativ lockere Adhärenz bewirkt. Daher kann auch die Scheide mittels stumpfer Präparation ziemlich leicht von dem Muskel auf einem Gebiet abgelöst werden, das sich von der inneren Lippe aus 4—6 mm nach hinten erstreckt. Dahinter aber beginnt, besonders auf der orbitalen Seite des Muskels, ein bedeutend festerer Zusammenhang, der bis zum hinteren Ende der Scheide weitergeht und demnach eine Ausdehnung in der Längsrichtung des Muskels von 5—6 mm hat (vgl. Figg. 1 u. 2).

Schon bei einer oberflächlichen Betrachtung erhält man den Eindruck, dass die Scheide an dieser Stelle sozusagen aus dem Inneren des Muskels hervowächst. Und untersucht man näher, so kann man mit unbewaffnetem Auge feststellen, dass hier Bindegewebszüge oder Bindegewebsbalken zwischen den Muskelfasern direkt aus dem Muskel hervorkommen und unter schrägem Verlauf nach vorn hin sich an die Oberfläche des Muskels anlegen, wo sie in die Scheide übergehen und einen wesentlichen Teil derselben bilden. Am deutlichsten ist dies auf der orbitalen Seite des Muskels zu beobachten, und das orbitale Blatt der Scheide ist auch dicker und kräftiger als das bulbäre.

An Mikrotomschnitten, wo ein solcher aus dem Muskel hervorkommender Balken der Länge nach geschnitten worden ist, kann derselbe von der Oberfläche des Muskels aus hinein zwischen die Muskelfasern schräg nach hinten bis durch die halbe Dicke des Muskels verfolgt werden (Fig. 21, b., Taf. 9/10). Er erweist sich als zu grossem Teile aus elastischen Fasern bestehend. Das Faserbündel, das von der Oberfläche aus nach dem Inneren des Muskels zu langsam sich verschmälert, gibt nach den Seiten hin zahlreiche elastische Fasern ab, die ein Netzwerk um die angrenzenden Muskelfasern herum bilden. Schliesslich löst sich das Bündel in der Tiefe des Muskels auf in ein Konglomerat

von elastischen Fasern, die die Muskelfasern weit umher umspinnen. Es ist ja klar, dass der Zusammenhang zwischen der Scheide und dem Muskel dadurch sehr stark werden muss. — Ausser diesen kräftigen Bündeln findet man zerstreut sowohl grobe als feine elastische Fasern in grosser Menge vom Muskel zur Scheide übertreten und gleich den Fasern des eben-erwähnten Bündels sich mit den dortigen elastischen Elementen vereinigen (Fig. 21); auf diese Weise wird die Verbindung der Scheide mit dem Muskel noch weiter verstärkt.

Schliesslich findet man, dass hier, an der Stelle des intimsten Zusammenhanges, feine Muskelbündel von dem Muskel zur Scheide abgehen. In sämtlichen Fällen, wo ich danach gesucht, habe ich derartige kleine Muskelbündel, wenn auch in wechselnder Anzahl, in die Scheiden der geraden Muskeln übergehen sehen. Doch bedarf es zu einer sicheren Feststellung der muskulösen Natur der Bündel mehrtheils einer mikroskopischen Untersuchung. Die Muskelbündel, die ich beobachtet habe, sind stets nach dem äusseren Scheidenblatt hin gegangen; nie habe ich solche in das innere übertreten sehen. Das gleiche gibt Virchow an. In Übereinstimmung hiermit zeigt es sich auch, dass das äussere Scheidenblatt fester mit dem Muskel verlötet ist als das innere. Dies wird jedoch nicht durch die übertretenden Muskelbündel allein bedingt.

Es dürfte nun klar sein, dass die Scheide nicht nur als eine gewöhnliche Muskelfascie zu bezeichnen ist, die lediglich eine vordere verdickte Fortsetzung des dünnen, die hinteren zwei Drittel des Muskels bekleidenden Perimysiums bildet. Das Perimysium und die Scheide hängen zwar miteinander zusammen, wo sie zusammenstossen. An dieser Stelle aber entsteht die Scheide wesentlich aus Elementen, die von dem Muskel selbst herkommen; dies gilt wenigstens für das orbitale, kräftigere Blatt der Scheide. Will man das genannte Verhältnis kurz charakterisieren, so könnte man sagen, dass die Scheide ihre Wurzeln in dem Muskel hat.

Virchow teilt die Scheide in einen vorderen „Kapselteil“ und einen hinteren „Fascienteil“, da, wie er sagt, es nur der vordere Teil ist, der den Charakter der Kapsel besitzt und daher als ein Fortsatz der Kapsel anzusehen ist. Ich kann keinen hinreichenden Grund für eine solche Einteilung sehen. Zwar hat die Scheidewand nicht dieselbe Dicke in ihrem ganzen Verlaufe, sondern wird nach hinten zu dünner. Dies hängt aber mit der Art ihrer Entstehung zusammen und kann wohl nicht gut den Anlass zu einer Einteilung abgeben. Die Scheide ist, soweit ich finden kann, eine einheitliche Bildung, von ihrem Anfang ungefähr an der Grenze zwischen dem mittleren und vorderen Drittel der Länge des Muskels bis zu dem Punkte, wo sie nach 10—12 mm Verlauf sich mit der Tenonschen Kapsel vereinigt. Und hinter dieser Scheide ist der Muskel nur von einem Perimysium umschlossen.

Bezüglich der Scheiden ist im übrigen hinzuzufügen, dass in dreien derselben das orbitale Blatt in zwei Lamellen gespalten werden kann. Die im vorhergehenden erwähnte Spaltbarkeit der Kapselwand erstreckt sich nämlich auch auf das orbitale Blatt derjenigen Muskelscheiden, die an der entsprechenden Stelle sich mit der Kapsel vereinigen. So findet man, dass die Spaltung der Kapselwand auf der lateralen und oberen Seite des Bulbus eine kürzere oder längere Strecke nach hinten zu in das orbitale Scheidenblatt des M. rectus lat. und des M. rectus sup. hinein verfolgt werden kann (Figg. 2 u. 1). Eine oberflächliche Lamelle lässt sich auch von dem orbitalen Scheidenblatt des M. rectus inf. abtrennen, was damit in Zusammenhang steht, dass die Kapselwand im unteren Umfange an der Kreuzung zwischen dem M. rectus inf. und M. obliq. inf. gespalten ist. Die Ursache der Spaltbarkeit an dieser letztgenannten Stelle darf man wahrscheinlich in der Kombination der beiden Umstände erblicken, dass die erwähnten Muskeln an dieser Stelle einander kreuzen, und dass sie ungleichzeitig in Aktion treten können. Aus historischen Gründen sei diese Lamellierung einer näheren Betrachtung unterzogen.

Der M. obliq. inf. geht durch die Kapselwand in beträchtlich schräger Richtung hindurch. Der Muskel tritt nämlich in die Wand ungefähr am medialen Rande des M. rectus inf. ein

und kommt auf der Innenseite der Kapsel erst 3—4 mm lateralwärts vom lateralen Rande desselben Muskels hervor. In entsprechender Ausdehnung spaltet nun der M. obliq. inf. die Kapselwand in zwei auf Frontalschnitten durch die Orbita keilförmige Lamellen, von denen die eine — die bulbäre — die scharfe Kante des Keiles gegen die laterale Seite gerichtet und den M. rectus inf. an ihrer oberen, den M. obliq. inf. an ihrer unteren Seite hat, während die andere — die orbitale — die zugeschärfte Kante nach der medialen Seite hin gerichtet hat und unter dem M. obliq. inf. liegt. Da nun indessen der M. obl. inf., wo er unter dem M. rectus inf. hinzieht, so weit nach hinten zu verläuft, dass er nicht nur die Kapselwand durchdringt, sondern mit seinem hinteren Rande in gleicher Weise schräg auch durch den vordersten Teil des orbitalen Scheidenblattes des M. rectus inf. hindurchgeht, so setzt sich die Spaltung der Kapselwand nach hinten zu in diesem Scheidenblatt fort; und dort geht die Spaltung nicht nur bis zum hinteren Rande des schrägen Muskels, sondern noch ca. 0,5 cm weiter nach hinten (Fig. 1).

Auf diese Weise erhält man eine Lamelle, die von dem orbitalen Scheidenblatt des unteren geraden Muskels an der unteren Seite des M. obliq. inf. bis zum vorderen Rande des letztgenannten Muskels verläuft, wo sie sich mit der Kapsel vereinigt und so in das untere Augenlid auszustrahlen scheint (Fig. 1). Diese Lamelle ist von mehreren Forschern als eine selbständige Bildung betrachtet, und gleichzeitig ist ihr eine gewisse physiologische Aufgabe zugesprochen worden. Sie ist in verschiedener Weise beschrieben worden — von französischen Autoren unter der Rubrik „faisceaux tendineux“, von H. Virchow unter der Bezeichnung „die akzessorische Fascie des Rectus inferior“.

Es dürfte als wenig zweckmässig anzusehen sein, eine derartige kleine Bindegewebslamelle als „Fascie“ zu bezeichnen

und diese Fascie nach einem Muskel zu benennen, zu dem sie kaum in der Beziehung einer Muskelfascie steht. Im übrigen ermangelt die Lamelle der anatomischen Selbständigkeit, die man ihr hat zuschreiben wollen. Soweit ich habe finden können, ist sie, wie bereits hervorgehoben, nichts anderes als ein oberflächliches Blatt, das durch den M. obliq. inf. von der Kapsel und der Scheide des unteren geraden Muskels abgetrennt worden ist, aber doch nur partiell abgetrennt, denn nach hinten zu hängt sie mit der Muskelscheide und nach vorn zu wie auch lateralwärts mit der Kapselwand zusammen. Es scheint kein Anlass vorzuliegen, diese Lamelle besonders hervorzuheben gegenüber denjenigen Blättern, in welche die Kapselwand im oberen und lateralen Umfange gespaltet werden kann, und welche gleichfalls nach hinten bis in die daselbst mit der Kapsel verschmelzenden Muskelscheiden hinein verfolgt werden können. Denn die funktionelle Bedeutung, die der fraglichen Lamelle von einigen Forschern beigelegt worden ist, scheint zum mindesten übertrieben zu sein. Es ist behauptet worden, dass die Lamelle den physiologischen Consensus zwischen den Senkungsbewegungen des Bulbus und des unteren Augenlides vermittelte. Es dürfte jedoch von vornherein schon unwahrscheinlich sein, dass der genannte Consensus lediglich durch eine derartige unansehnliche fibröse Bildung bedingt sein sollte. Und da, wie weiter unten gezeigt werden wird, der fraglichen Assoziation eine andere und bessere anatomische Unterlage gegeben werden kann, scheint es, dass der erwähnten Lamelle in dieser Hinsicht jede nennenswerte Bedeutung aberkannt werden kann.

Nachdem die geraden Augenmuskeln durch die Kapselwand hindurchgegangen und in den Tenonschen Raum gelangt sind, haben sie in ihrem weiteren Verlaufe bis zur Scleralinsertion natürlich den Bulbus an der inneren und die Kapselwand an der äusseren Seite. Da nun die Kapselwand sich dem Bulbus anschmiegt und zwar mit ihrer Pars subconjunctivalis bis

nahe an die Cornea, so muss sie natürlich den Muskeln bis zu ihren Ansätzen hin dicht anliegen. Die intrakapsulären Muskelstücke verlaufen indessen nicht frei durch den Tenonschen Raum, sondern sind mittels des Gewebes daselbst sowohl mit der Sclera als besonders mit der Kapselwand verbunden. Der Zusammenhang mit der Kapselwand ist jedoch nicht so intim, dass er nicht mittels stumpfer Präparation sich ziemlich leicht lösen liesse; er besitzt ungefähr dieselbe Festigkeit wie die Adhärenz zwischen den Muskeln und der vorderen Hälfte der Muskelscheiden. Gewöhnlich ist der Zusammenhang stärker nach den Rändern der Muskeln hin als auf dem dazwischenliegenden Gebiet, was den Anlass dazu abgegeben haben dürfte, dass französische Autoren (Boucheron, Motais) zwischen dem Muskel und der Kapselwand eine Bursa („une cavité séreuse pré musculaire“) gefunden haben wollen; eine wirkliche Cavität habe ich dort nicht beobachten können. Es ist ja klar, dass die Adhärenz der intrakapsulären Muskelstücke an der Kapselwand zur Stärkung des Zusammenhanges zwischen den Muskeln und der Kapsel beitragen muss.

Die intrakapsulären Abschnitte der Muskeln ermangeln wirklicher Scheiden. Die Bindegewebsscheiden („gaines tendineuses“), die einige Autoren beschrieben haben, sind meines Erachtens als präparatorische Kunstprodukte anzusehen. Zwar sieht man an der Oberfläche der betreffenden Muskelteile, nach ihrer Isolierung, eine unbedeutende Schicht lockeren Bindegewebes, dieses scheint mir aber nichts anderes als das Perimysium nebst daranhängenden Beiträgen von dem im Tenonschen Raume befindlichen Gewebe her zu sein, welches letzteres bei der Isolierung der Muskelstücke teilweise an diesen sitzen bleibt. Eine solche Bindegewebsschicht aber als „Scheide“ zu bezeichnen, scheint nicht in Übereinstimmung mit dem zu stehen, was man sonst in diesen Begriff hineinlegt.

Es findet sich wirklich an einer Stelle etwas, was mög-

licherweise als Teil einer Scheide erscheinen könnte. Wie H. Virchow erwähnt hat, geht von der „inneren Lippe“, gleichsam eine vordere Fortsetzung derselben bildend, nach vorn hin eine dünne Bindegewebslamelle ab, die die Innenseite des Muskels bis zu ungefähr dem halben Abstände zwischen der „Lippe“ und der Scleralinsertion des Muskels — also in einer Ausdehnung von 3—6 mm — bekleidet. Dort zerfasert sie sich indessen und geht in das lockere Bindegewebe über, das spärlich zwischen der Sclera und dem vordersten Teil der Muskelsehne vorkommt. Sie hängt an den Rändern mit der Kapselwand zusammen, und ihre äussere und innere Oberfläche ist durch lockeres Bindegewebe mit dem Muskel bzw. der Sclera verbunden. Die Lamelle ist zu dem „Gewebe des Tenon'schen Raumes“ zu rechnen. Übrigens scheint der Kenntnis von derselben keine sonderliche Bedeutung zuzukommen.

Das Attribut „tendineuses“ in der Bezeichnung der irrtümlich supponierten Scheiden ist in gewisser Hinsicht irreführend. Denn der intrakapsuläre Teil der geraden Augenmuskeln besteht keineswegs nur aus der Sehne, sondern auf ihn kommt auch das letzte Stück des fleischigen Muskels selbst. Es ist mit anderen Worten nicht die Sehne oder die Grenze zwischen der Sehne und dem Fleisch, die in dem Kapselschlitz liegt, sondern es ist dies der vorderste Teil des Muskelbauchs (Figg. 1 u. 2). Dies geht aus nachstehenden Zahlenangaben hervor, die teils die ungefähre Länge der Muskelsehnen, teils den ungefähren Abstand zwischen den inneren Lippen und den Scleralinsertionen angeben:

Länge der Sehne.		Abstand zwischen der inneren Lippe und der Skleralinsertion der geraden Augenmuskeln.
M. rectus sup.	5 mm	8 mm
„ „ inf.	4,5 „	5 „
„ „ med.	3,5 „	7 „
„ „ lat.	8 „	12 „

Die Scheiden des *M. obliq. sup.* Der *M. obliq. sup.* ist mit zwei Scheiden versehen, einer vorderen oder prätrochlearen und einer hinteren oder retrotrochlearen. Die erstere umgibt die Muskelsehne von der Trochlea an bis zum Eintritt in die C. T.; die letztere umschliesst den Muskel hinter der Trochlea.

Die prätrochleare Scheide kann man mit Sappey als einen röhrenförmigen Fortsatz der Tenonschen Kapsel betrachten. Die Scheide geht von der Kapsel in dem oberen medialen Quadranten ab, und zwar in oder gleich hinter der Äquatorialebene sowie näher dem *M. rectus sup.* als dem *M. rectus med.* Von dort aus geht sie, cylindrisch oder schwach trichterförmig sich verschmälernd, medial- und vorwärts zur Trochlea und befestigt sich dort rings um den Rand der bulbären Mündung der letzteren herum. Die Länge der Scheide beträgt ca. 7 mm. Ihre Wand, die von beträchtlicher Dicke, besonders an der oberen Seite, ist, hat dasselbe Aussehen wie die angrenzende Partie der Kapselwand. Die Ähnlichkeit wird noch auffallender dadurch, dass sie in einem Teile des Umfanges blätterigen Bau hat.

Die Schichtung, die die Kapselwand im lateralen und oberen Umfange charakterisiert, und die nach der medialen Seite hin eben bis zur Gegend der Abzweigung der Obliquus-scheide verfolgt werden kann, greift nämlich auch auf die Scheidenwand über. Und gleichwie die Kapselwand in ihrem oberen Umfange gewöhnlich in drei Blätter gespalten werden kann, so können der Regel nach auch in der fraglichen Scheidenwand drei aufeinander folgende, besondere Schichten hervorpräpariert werden. Dies gilt indessen nicht für den ganzen Umfang der Scheide, sondern ist möglich eigentlich nur auf der oberen Seite. Auf der vorderen und auf der hinteren Seite beginnen die Schichten allmählich stärker aneinander zu adhären, und auf der unteren Seite verschmelzen sie vollständig.

Die cylindrische Muskelsehne liegt nicht, wie von gewissen Seiten her angegeben worden ist, frei in ihrer Scheide, und noch weniger ist, wie gleichfalls behauptet worden ist, die Scheide an der Innenseite mit einer Serosa oder Synovialmembran bekleidet. Die Scheide und die Sehne sind miteinander durch Bindegewebe verbunden, das in ziemlich dichter Schicht den Spaltenraum zwischen ihnen ausfüllt. Ausserdem findet man — oft sehr deutlich, und vermutlich ist es stets der Fall — dass die Sehne Ausläufer in die Scheidenwand oder in die Wand der Tenonschen Kapsel hinein entsendet.

Im besonderen habe ich in einigen Fällen beobachtet, dass kurz nachdem die Sehne die Trochlea passiert hat, ein gut 1 mm dickes Sehnenbündel — also ein ansehnlicher Teil der Sehne — von ihrem oberen vorderen Umfange sich abzweigte. Von dort aus verlief das Sehnenbündel längs der Sehne innerhalb der Scheide zur Kapselöffnung und ging hier in die Kapselwand über, wo ihre Fasern bis zur Scheide des M. rectus sup. verfolgt werden konnten, so dass man bei einer bloss oberflächlichen Prüfung den Eindruck erhielt, dass das Sehnenbündel in den Rectusmuskel selbst überging und eine sehnige Verbindung zwischen dem M. obliq. sup. und dem M. rectus sup. bildete. Es ist wahrscheinlich dieses Sehnenbündel, das Cruveilhier veranlasst hat, von „une anse susceptible de glisser dans la trochlée“, wodurch „le muscle droit sup. et le grand oblique sont solidaires“, zu sprechen. Eine solche Wirkung kann natürlich dem Sehnenbündel nicht zuerkannt werden. Teilweise aber dadurch, dass die Obliquussehne in der genannten Weise zum Teil in ihrer eigenen Scheide oder direkt in der Kapselwand inseriert, erhält der M. obliq. sup. wie die Mm. recti einen funktionell bedeutsamen Zusammenhang mit der C.T.

Die retrotrochleare Scheide befestigt sich nach vorn hin an dem Rande der hinteren Mündung der Trochlea

und umschliesst den Muskel von hier aus in einer Ausdehnung von 1,5—2,5 cm nach hinten. Die Scheidenwand ist am dicksten dicht an der Trochlea, beginnt in einigem Abstände davon dünner zu werden, worauf die Verdünnung nach hinten zu sukzessive zunimmt, bis die Scheide schliesslich verschwindet. Die vorderste und dickste Wandpartie der Scheide, die bei der Trochlea die Muskelsehne umschliesst — der Sehnenübergang liegt bekanntlich hinter der Trochlea — ist nur lose mit dem Muskel verbunden. Nach hinten zu aber wird die Adhärenz an dem Muskelbauch intimer und ist hier gleichwie zwischen den geraden Muskeln und ihren Scheiden durch Fasern und Balken bedingt, die aus dem Inneren des Muskels an die Oberfläche auftauchen; doch erhält man beim Präparieren nicht ebenso deutlich wie bezüglich des orbitalen Scheidenblattes der geraden Muskeln den Eindruck, dass die Scheide aus der Tiefe des Muskels hervorz wächst. In zwei Fällen habe ich auch Muskelbündel in die Scheidenwand übertreten sehen, dies scheint jedoch nicht regelmässig vorzukommen.

Die Stärke der Scheide sowie ihre Verbindung einerseits mit dem Muskel und andererseits mit der Trochlea ist von einer solchen Beschaffenheit, dass die Scheide imstande erscheint, effektiv zu der Begrenzung der Kontraktion des Obliquusmuskels beizutragen.

Das hintere Drittel oder etwas mehr von dem *M. obliq. sup.* ist nur mit einem dünnen Perimysium bekleidet.

Die Scheide des *M. obliq. inf.* Der *M. obliq. inf.* ist nur von einer recht unansehnlichen Bindegewebshülle umschlossen. Der ca. 1 cm lange extrakapsulare Muskelabschnitt, der sich von dem Ursprung des Muskels an dem Orbitalboden bis zum Eintritt in die Kapselwand an dem medialen Rande des *M. rectus inf.* erstreckt, ist von einer Bindegewebshaut bekleidet, die dicht am Knochen keine andere Bezeichnung als die eines Perimysiums verdient, die aber auf dem Wege nach

der Kapsel hin etwas an Dicke zunimmt, so dass sie allmählich möglicherweise als Scheide bezeichnet werden kann.

Als diese dünnwandige Scheide mit dem Muskel an die Kapsel herangelangt, geht ihr unteres (orbitales) Blatt in die oben erwähnte keilförmige Schicht der Kapselwand über, die unter dem schrägen Muskel liegt, während das obere (bulbäre) Blatt mit der auf der bulbären Seite des Muskels belegenen Kapselschicht verschmilzt, jedoch erst eine Strecke weit in den durch die Kapselwand verlaufenden Kanal für den *M. obliq. inf.* hinein, so dass die beiden letzterwähnten Lamellen ungefähr bis zum lateralen Rande des unteren geraden Muskels voneinander isoliert werden können.

Die Scheide adhäriert verhältnismässig locker an dem Muskel. Sie unterscheidet sich also in anatomischer Hinsicht beträchtlich von den zuvor beschriebenen Muskelscheiden. Ihr kann auch nicht dieselbe physiologische Bedeutung wie diesen zugesprochen werden. Der Zusammenhang zwischen dem *M. obliq. inf.* und der *C.T.* wird vielmehr wesentlich durch eine anatomische Anordnung anderer Art bewerkstelligt.

Da, wie bereits hervorgehoben wurde, der *M. obliq. inf.* in die Kapselwand ungefähr am medialen Rande des *M. rectus inf.* eintritt, erst ca. 4 mm lateralwärts vom lateralen Rande desselben Muskels aber in den Tenonschen Raum austritt, so durchsetzt der Muskel die Kapselwand schräg in einem ca. 10 mm langen Kanal. Dieser Kanal spielt nun für den *M. obliq. inf.* dieselbe funktionelle Rolle wie die Scheiden für die übrigen Muskeln. Die untere (orbitale) Wand des Kanals adhäriert nämlich besonders in ihrer medialen Hälfte ziemlich fest an dem Muskel; in einem Falle habe ich hier am vorderen Rande des Muskels sogar ein paar kleinere Muskelbündel in die Wand übertreten sehen. Zwar ist nun der Zusammenhang zwischen dem Muskel und den übrigen Teilen der Wände des Kanals nicht von besonders intimum Charakter — die Verbindung mit

der oberen (bulbären) Wand ist im Gegenteil sehr locker — doch aber scheint der Zusammenhang in seiner Gesamtheit hinreichend stark zu sein, um einen Teil der Wirkung der Muskelkontraktionen auf die Kapsel übergehen zu lassen.

Betreffs des Vorkommens einer Scheidenbekleidung an der intrakapsularen Muskelportion gilt von den beiden schiefen Augenmuskeln, was in dieser Hinsicht von den geraden gesagt worden ist. Wirkliche Scheiden („gaines tendineuses“) fehlen. — Von der „inneren Lippe“ der Kapselöffnungen sowohl für den *M. obliq. sup.* als für den *M. obliq. inf.* aus ragt ein dünnes Häutchen in den Tenonschen Raum zwischen den Bulbus und den Muskel hinein, adhäriert fester an dem Muskel als an der Sclera und dehnt sich nach den Seiten hin oft weit über die Ränder des Muskels hinweg aus. In Anbetracht der Variationen dürfte es vergeblich sein, eine allgemein gültige Beschreibung von diesen Häutchen geben zu wollen.

Während der *M. obliq. sup.*, dessen Sehne bereits hinter der Trochlea beginnt, in seinem ganzen intrakapsulären Teil sehnig ist, ist der *M. obliq. inf.* im entsprechenden Teile seiner grössten Ausdehnung nach muskulös. Während die Sehne des letzteren Muskels nur ein oder ein paar Millimeter lang ist, beträgt dagegen der Abstand von der Mündung des erwähnten Kapselkanals in den Tenonschen Raum bis zur Insertion des Muskels an der Sclera ca. 12 mm. Der fragliche Muskelabschnitt, der die Kapselwand an seiner orbitalen, und das ebenerwähnte, von der inneren Lippe ausgehende Häutchen an seiner bulbären Seite hat, adhäriert an der Innenseite der Kapselwand in derselben Weise wie die geraden Muskeln; wo er den *M. rectus lat.* kreuzt, drängt sich natürlich dieser Muskel zwischen den *Obliquus* und die Kapselwand.

Eine Bindegewebsscheide umschliesst auch den *M. levator p. s.*, mit Rücksicht auf die Geschichte gewisser Fragen wird sie aber erst im nächsten Kapitel beschrieben.

Die Kapselöffnungen.

Von den sechs Öffnungen in der Kapselwand, durch welche die Augenmuskeln in den Tenonschen Raum eintreten, haben fünf, nämlich die für die Mm. recti und den M. obliq. inf., in Übereinstimmung mit den Querschnitten der durchtretenden Muskeln Schlitzform; da, wie erwähnt, der M. obliq. inf. beträchtlich schräge durch die Kapselwand hindurchgeht, so ist der Schlitz für diesen Muskel zu einem ca. 10 mm langen Kanal ausgezogen. Die Öffnung für den M. obliq. sup., dessen Sehne bei dem Eintritt in die Kapsel nahezu cylindrisch ist, hat dagegen zirkuläre oder schwach ovale Form.

Wie die Form der Öffnungen sich nach dem Querschnitt der Muskeln richtet, so wird dadurch auch ihre Breite (der Abstand zwischen den beiden Enden der Öffnung) bestimmt. Die Öffnungen haben somit nicht dieselbe Breite. Unter den schlitzförmigen Öffnungen ist die für den M. rectus inf. am schmalsten (ca. 5 mm); am breitesten ist die für den M. rectus lat. (ca. 8 mm); zwischen diesen kommen die Öffnungen für die Mm. recti sup. und med. (ca. 6 mm) sowie für den M. obliq. inf. (ca. 7 mm). Die kreisförmige Öffnung für den M. obliq. sup. hat einen Durchmesser von nur ein paar Millimeter. Im übrigen wechselt die Weite individuell mit der schwächeren oder stärkeren Entwicklung der Muskeln.

Das oben erwähnte Verhältnis, dass die Öffnung auf der bulbären Seite des Muskels durch eine Lippe begrenzt ist, während an der entgegengesetzten Seite eine solche fehlt, gilt für die schlitzförmigen Öffnungen. Bei der runden Öffnung für den M. obliq. sup. lässt sich kaum von einer eigentlichen Lippe sprechen. Doch ist auch hier die Grenze zwischen der Scheidenwand und der Kapselwand schärfer in der bulbären Hälfte des Umkreises der Öffnung als in der orbitalen markiert. Damit die Öffnungen, die sich am besten auf der Innenseite der

Kapsel nach der E nukleation des Bulbus studieren lassen, deutlich hervortreten, ist es notwendig, das Bindegewebe zu entfernen, das die Enden der abgeschnittenen Muskeln umgibt; und im besonderen muss zur Freilegung der inneren Lippe das oben erwähnte, von der Lippe ausgehende Bindegewebshäutchen entfernt werden.

Den inneren Lippen ist von einigen Autoren eine wichtige Funktion zugesprochen worden. Die Lippe soll nämlich für ihren Muskel eine Stütze darstellen, auf der der Muskel wie ein Riemen auf einer Rolle ruht, und diese Anordnung soll es sein, die es verhindert, dass der Druck, den der Muskel auf den Bulbus ausübt, bei der Kontraktion zu einem für das Sehen schädlichen Grad gesteigert wird. Diese Ansicht von der Bedeutung der inneren Lippe wurde zum erstenmal von Ferral (1841) ausgesprochen und ist dann besonders von Lockwood (1885) vertreten worden. Letzterer hat geglaubt konstatieren zu können, dass die Lippen, um als derartige Trochleen dienen zu können, sowohl die von ihm für den Zweck postulierte Lage als auch hinreichende Resistenz besitzen.

Als erforderliche Lage für die Schlitze der Mm. recti hat Lockwood die Äquatorialebene angegeben und behauptet, dass diese Schlitze in der Tat auch an dem Äquator des Bulbus liegen.

Infolge des mehrerwähnten, von den Lippen ausgehenden Bindegewebshäutchen stösst es auf Schwierigkeiten, mathematisch genau die Lage der Lippen zu bestimmen. Ihr ungefähre Platz ist jedoch leicht festzustellen. Lockwoods Angabe vermag ich nicht zu bestätigen. Wenn man unter der Äquatorialebene eine durch das Centrum des Bulbus bei nach vorn gerichteter Pupille gehende Frontalebene versteht, so sind die vier Öffnungen nicht in der Äquatorialebene belegen. Sie befinden sich übrigens nicht in derselben frontalen Ebene. Der Schlitz für den M. rectus inf. liegt am weitesten nach vorn

-- ca. 3 mm vor dem Äquator. Die drei anderen liegen hinter dem Äquator: der Schlitz für den M. rectus med. 1—2 mm, die für den M. rectus sup. ca. 3 mm und der für den M. rectus lat. ca. 5 mm dahinter.

Lockwood hat keine Angabe bezüglich der prätierten Lage des Schlitzes für den M. obliq. inf. geliefert. Die bulbäre Mündung dieser kanalförmigen Öffnung mit ihrer inneren Lippe liegt indessen lateralwärts und hinter dem Schlitze für den M. rectus inf.; der Mittelpunkt befindet sich ca. 4 mm lateralwärts und hinter dem lateralen Ende der letzterwähnten frontal gerichteten Spalte. Die Lippe verläuft nicht in der Meridional-ebene, sondern, indem sie einen rechten Winkel mit der Längsrichtung ihres Muskels bildet, zwischen der Meridional- und der Äquatorialebene mit lateralwärts gerichtetem vorderem und medialwärts gerichtetem hinterem Ende.

Die Kapselöffnung für den M. obliq. sup., die nach Lockwood nicht als eine Trochlea zu fungieren braucht, da der genannte Muskel schon an der Orbitalwand mit einer besonderen Trochlea versehen ist, hat ihre Lage 4—5 mm medialwärts von dem medialen Ende des frontalgerichteten Schlitzes für den M. rectus sup. und unbedeutend weiter nach vorn wie dieser: er liegt demnach etwas hinter oder in der Äquatorialebene.

Ich habe im Gegensatz zu H. Virchow gefunden, dass die letzterwähnte Kapselöffnung nicht in die Scheide des M. rectus sup., sondern direkt in den Tenonschen Raum hineinführt.

Virchow gibt übrigens an, dass ein deutliches Bild eines Schlitzes für den Obliq. sup. nicht zustande kommt, sondern dass man am ehesten von einem an der oberen Seite der Sehne befindlichen Recessus sprechen kann. Es ist allerdings wahr, dass man von dem Tenonschen Raume aus leichter an der oberen (orbitalen) Seite der Obliquus-Sehne zwischen diese und ihre Scheide hineingelangen kann als an der unteren (bulbären), ohne dass jedoch ein

wirklicher Recessus an der erstgenannten Stelle vorhanden ist. Das gleiche ist aber der Fall auch bezüglich der übrigen Öffnungen, und man sollte daher von diesen mit demselben Recht wie von der Kapselöffnung für den *M. obliq. sup.* sagen können, dass sie nicht „ein deutliches Bild eines Schlitzes“ darbieten. Deutlich ist keine der Öffnungen, bevor das lockere Bindegewebe, das daselbst die durchtretenden Muskeln umgibt, entfernt worden ist. Und da das von der inneren Lippe ausgehende Bindegewebshäutchen nach der Enucleation des Bulbus an dem Muskel adhärent zurückbleibt, so bleibt ohne Präparierung der Schlitz an der bulbären Seite des Muskels stets verborgen; dies ist aber etwas, was nicht nur für die zum *M. obliq. sup.* gehörige Öffnung, sondern auch für die übrigen Spalten gilt.

Indessen würden nun wohl die inneren Lippen, auch wenn sie nicht ihren Platz genau an dem Äquator haben, dennoch entlastend auf den Muskeldruck wirken können, wenn nur ihre Widerstandskraft eine derartige wäre, dass sie für die Aufgabe ausreichte. Lockwood, der dieser Meinung war, hat als anatomische Unterlage für die Steifigkeit und Unnachgiebigkeit unter der Bezeichnung „intracapsular ligaments“ ein Ligament in der freien Kante der Lippen beschrieben.

Von wirklichen Ligamenten kann man wohl kaum daselbst sprechen. Der Bau der Lippen aber erklärt, wie Lockwood unter dem Einflusse einer vorgefassten Meinung bezüglich ihrer funktionellen Bedeutung dazu gekommen ist, solche Ligamente zu sehen. Die Kapselwand und das bulbäre Blatt der Muskelscheiden (*Mm. recti*), durch deren Verschmelzung die Lippe gebildet wird, zeigen gegen diese letztere hin eine typische Anordnung des Faserverlaufes. In der Nähe des Vereinigungswinkels beginnen nämlich sowohl in dem Scheidenblatt wie in der Kapselwand Bindegewebsfasern sich in Zügen zu ordnen, die der Lippe parallel verlaufen. Diese Züge treten um so stärker hervor, je mehr Scheidenblatt und Kapselwand sich einander nähern, und sind sehr deutlich in dem Vereinigungswinkel selbst, d. h. in der Lippe. Wird die Lippe von der Innenseite der Kapsel aus freipräpariert, so zeigt es sich folglich, dass sie wesentlich aus parallelfaserigem Gewebe mit

in der Richtung der Lippe gehenden Fasern aufgebaut ist, so dass die Lippe möglicherweise als ein kleines Ligament angesehen werden kann.

An der Aussenseite der Kapsel findet man, dass die erwähnten Bindegewebszüge der Kapselwand sich nach den Seiten hin weiter erstrecken als die Lippe, wobei sie aus dem äquatorialen Verlauf, den sie in der Lippe und in dem gleich dahinter befindlichen Teil der Kapselwand haben, nach vorn umbiegen. So werden in der Kapselwand bulbärwärts von den geraden Muskeln Faserschlingen gebildet, auf denen die Muskeln beim Eintritt in die Kapsel gleichsam reiten; besonders ausgeprägt ist dies unter dem *M. rectus sup.* Die Entstehung dieser schlingenförmigen Faserstruktur steht möglicherweise in Zusammenhang mit Dehnungen und Zerrungen, die die Muskeln bei ihren Kontraktionen auf die Kapselwand ausüben.

Der Zusammenhang zwischen dem bulbären Scheidenblatt und der Kapselwand kann natürlich nicht durch die eben beschriebenen quergehenden Züge vermittelt werden, sondern wird durch in der Längsrichtung des Muskels verlaufende Fasern bewirkt, die von der Scheide aus in die Kapselwand übergehen. Der Zusammenhang ist übrigens nicht auf die Lippe selbst beschränkt, sondern umfasst — aber doch locker — eine grössere Fläche, indem die Lippe nach hinten zu ohne scharfe Grenze in das vorher erwähnte, von vorn nach hinten spärlicher werdende fibröse Maschenwerk übergeht, das den keilförmigen Raum zwischen der Scheide und der Kapselwand einnimmt.

Die Lippe enthält, wie die angrenzenden Teile der Kapselwand, des Scheidenblattes und des Maschenwerkes, eine grosse Menge elastischer Fasern, von denen die Mehrzahl mehr oder weniger in der Längsrichtung der Lippe verläuft und von feinem Kaliber ist. In der Lippe an der Innenseite des *M.*

rectus med. habe ich einmal einige kleine Bündel glatter Muskulatur gleichen Verlaufes angetroffen.

Die Lippe des Schlitzes für den M. obliq. inf. und der bulbäre Rand der Öffnung für den M. obliq. sup. zeigen dieselbe parallelfaserige Struktur wie die Lippen für die geraden Muskeln.

Über die Resistenz der Lippen gibt das, was oben bezüglich ihrer Struktur mitgeteilt worden ist, keine Auskunft. Man kann sich indessen leicht eine Vorstellung davon an einem Präparat verschaffen, bei dem der Bulbus enukleiert, das aber im übrigen unberührt gelassen ist. Ist das Präparat frisch — und nur ein frisches Präparat liefert zuverlässige Auskunft über die diesbezüglichen Verhältnisse während des Lebens — so findet man, dass die Lippen weich und nachgiebig sind, und dass sie, bevor sie einen nennenswerten Widerstand bieten, mehrere Millimeter nach dem Centrum der Kapsel hingeführt werden können. Besonders ist dies der Fall bei der Lippe des Schlitzes für den M. rectus lat., die dünner ist als die anderen; es gilt aber auch für die wenigst nachgiebige von ihnen, die Lippe des Schlitzes für den M. rectus med.

Es ist hieraus klar, dass den Lippen nicht die Fähigkeit zugesprochen werden kann, während des Lebens den Bulbus etwas von dem Drucke zu entlasten, den die Augenmuskeln auf ihn ausüben.

Ein anderes Verhältnis liegt freilich bei gehärteten Präparaten vor, auf Grund deren Lockwood seine Schlüsse gezogen hat. An solchen sind die Lippen mehr oder weniger steif und starr und können wohl als wirkliche Stützen für die Muskeln bezeichnet werden. Es ist dies aber eine Stütze, die auf artifiziellem Wege zustande gekommen ist, und die während des Lebens fehlt.

3. Faisceaux tendineux s. Fascienzipfel. Retinacula oculi.

(Synonyme: Ailes ligamenteuses; Ailerons ligamenteux; Portions orbitaires des muscles de l'œil; Tendons accessoires des muscles; Tendons orbitaires ou de Tenon; Tendons d'arrêt; Ligaments d'arrêt; Expansions orbitaires de la capsule de Tenon; Prolongements orbitaires ou du second ordre; Ligamentzipfel; Lacerti fibrosi; Check ligaments; für zwei von ihnen: Muscle orbitaire interne et externe.)

a) Geschichtliches.

Wir betreten hier ein Gebiet der makroskopischen Anatomie des menschlichen Körpers, das als recht schwer zugänglich zu bezeichnen sein dürfte. Beredt genug zeugt davon die einschlägige Literatur, in der die Ansichten weit auseinandergehen, so dass die grösste Verwirrung herrscht. Vorhandene Meinungsverschiedenheiten zu verstehen oder eine bestimmte Auffassung von der Anatomie des betreffenden Teiles des orbitalen Bindegewebsapparates zu erhalten, ist gegenwärtig ohne eigene präparatorische Untersuchungen unmöglich.

Wenn andererseits das Gebiet das Interesse zu fesseln vermag, so beruht dies in erster Linie auf dem Umstande, dass die in Frage stehenden Bindegewebsbildungen in funktioneller Hinsicht durchaus nicht als bedeutungslos betrachtet worden sind. Im Gegenteil sind ihnen so zahlreiche, vielseitige und wichtige physiologische Funktionen zugeschrieben worden, dass ihnen nach der Ansicht vieler Autoren der Rang vor den übrigen Teilen des Bindegewebsapparates gebührt.

Zusammenfassend kann von ihnen gesagt werden, dass sie einigen Autoren gemäss nach hinten zu von den Augenmuskeln oder — nach anderen — von den Scheiden dieser

Muskeln oder sowohl von den Muskeln wie von den Scheiden ausgehen; ausnahmsweise trifft man die Angabe, dass sie teilweise von der C. T. ausgehen. Nach vorn zu sollen sie wesentlich in drei verschiedenen Richtungen verlaufen: einige sollen sich an der Orbitalwand beim Orbitalrande befestigen, andere sollen in die Augenlider ausstrahlen, und wieder andere sollen zum Fornix conjunct. gehen. Jeder Gruppe sind bestimmte Funktionen zuerteilt worden, und zusammen sollen sie die anatomische Unterlage für einige allgemein bekannte Erscheinungen bilden, welche die Lage und die Bewegungen des Bulbus charakterisieren.

Nach dieser kurz orientierenden Übersicht gehe ich zu einer ausführlicheren Darstellung der Geschichte der betreffenden Bildungen über.

Tenon ist es, bei dem man zum erstenmal eine eingehende Beschreibung auch dieser Bildungen antrifft. Er teilte sie nach dem Platze ihrer hinteren Ursprünge in zwei verschiedene Arten und nannte die eine Art „faisceaux tendineux“, die andere „ailes ligamenteuses“. Die ersteren sollten nach hinten mit den geraden Augenmuskeln zusammenhängen, die letzteren, die er gleichzeitig mit der nach ihm benannten Kapsel beschrieben hat, sollten von dieser ausgehen.

Laut Tenons eigener Angabe sind zwei von den erstgenannten schon vor ihm beobachtet worden, indem sie der Aufmerksamkeit Zinns nicht entgangen sind. Tenon hat indessen, ausser dass er die Anzahl auf vier erhöht hat, die erste ausführliche Schilderung ihrer anatomischen Anordnung gegeben und sie zum ersten Male mit wichtigen funktionellen Eigenschaften ausgestattet.

Nach Tenon soll ein Sehnenfascikel vom vorderen Teile eines jeden der vier geraden Augenmuskeln abgehen. (Es sollte der Fascikel vom M. rectus med. und der vom M. rectus lat. sein, welche bereits von Zinn beobachtet worden sind.) Die Fascikel sollen von den orbitalen Seiten der Muskeln etwas hinter der Stelle, wo die Sehnen beginnen, abgehen und teils direkt von den Muskeln selbst (wie Sehnenfasern), teils von den die Muskeln umgebenden Bindegewebscheiden herkommen. Tenon nannte sie „faisceaux tendineux“, „parce qu'avec des propriétés qui leur sont communes avec les tendons, ils en ont d'autres, qui ne paroissent point convenir aux tendons“. Die ihnen mit den Sehnen gemeinsame Eigenschaft ist soeben erwähnt worden: „ils sont la continuation des fibres charnues des muscles“; auch der Unterschied ist bereits angedeutet: „ils sont en partie une

émanation de la gaine membraneuse qui enveloppe chacun de ces muscles“. Von diesem hinteren Ursprung sollen die Sehnenfascikel unter Deviation von den betreffenden Muskeln in der Hauptrichtung nach vorn gehen bis zum Ansatzpunkt, welcher für jeden Fascikel verschieden ist. Der vom M. rectus lat. soll nach vorn und aussen zur lateralen Wand der Orbita gehen und sich dort gleich unterhalb des lateralen Randes der Gl. lacrimalis an den Knochen anheften. Der Fascikel vom M. rectus med. her soll einen entsprechenden Verlauf haben und zur medialen Wand der Orbita gehen, wo er sich an der Mündung des Canalis naso-lacrimalis befestigen soll. Die Fascikel von den Mm. recti sup. et inf. gehen nicht zur Orbitalwand, sondern setzen sich in die Augenlider hinein fort.

Betreffs der Funktion dieser Fascikel war T e n o n der Meinung, dass die zwei zum M. rectus lat. et med. gehörenden durch ihre Lage, ihre Verbindungen und ihre Stärke imstande sein sollten, den Druck, welchen die erwähnten Muskeln bei ihren Kontraktionen auf den Bulbus ausüben, zu moderieren („modèrent la pression“). Bei der Kontraktion des Muskels wird nämlich der Fascikel gespannt, und dadurch entsteht eine Kraftkomponente mit dem Angriffspunkt im Muskel an der Abgangsstelle des Fascikels und mit dem Bestreben, den Muskel von dem Bulbus zu entfernen. Der Fascikel soll mit anderen Worten für den Muskel die Rolle einer Trochlea („une poulie de renvoi“) spielen. — Die Fascikel von den Mm. recti sup. et inf., welche nach den Augenlidern gehen, sollen bei den Kontraktionen ihrer resp. Muskeln die Augenlidhaut in eine bogenförmige Falte einziehen.

Unter der Bezeichnung „l'aile ligamenteuse externe et interne“ beschrieb T e n o n zwei fibröse Bildungen, welche „la nouvelle tunique de l'œil“ mit der Orbitalwand verbinden sollten. Die eine soll von der lateralen Seite der Kapsel ausgehen und sich bis zur lateralen Orbitalwand erstrecken, die andere soll von der medialen Seite der Kapsel zur medialen Orbitalwand gehen. Ihre Lage im Verhältnis zum lateralen und medialen Sehnenfascikel scheint nach T e n o n so zu sein, dass „der Flügel“ den dreieckigen Raum einnehmen soll, der — mit der Spitze nach hinten und der Basis nach vorn — auf den Seiten orbitalwärts vom Fascikel und bulbärwärts von der Muskelsehne bzw. C. T. begrenzt wird. Diese ligamentösen „Flügel“ sollen ausserdem nach vorn in beide Augenlider ausstrahlen und sich dort mit den in den Augenlidern liegenden Teilen der neuentdeckten Kapsel verbinden, von der sie in Wirklichkeit die Seitenpartien bilden sollen. Betreffs ihrer Funktion sagt T e n o n nur ganz kurz, „qu'elles suspendent l'œil par le travers et à l'entrée de l'orbite“.

Ich habe ziemlich lange bei T e n o n s Darstellung verweilt, teils deshalb, weil hier zum erstenmal eine ausführliche Beschreibung von Gewebsbildungen gegeben wird, die später eine grosse Rolle in der Literatur über die Anatomie und Physiologie der Augenmuskeln

gespielt haben, und teils, um einen Ausgangspunkt für meine eigene Darstellung der variierenden Behandlung der fraglichen Bildungen seitens der nachfolgenden Autoren zu erhalten.

Eigentümlicherweise wurden *Tenons* „*faisceaux tendineux*“ und „*ailes ligamenteuses*“ von den damaligen Anatomen nicht weiter beachtet. Wie die *Tenons*che Kapsel verblieben sie trotz *Tenons* Hinweis auf ihre physiologische Bedeutung andauernd vernachlässigt. Erst die neue Schieloperation richtete nach Jahren die Aufmerksamkeit wieder darauf. Als das Bedürfnis einer genaueren Kenntnis der vorderen Enden der Augenmuskeln und des Bindegewebsapparates um den *Bulbus* herum zu einem eingehenden Studium dieser Teile führte, wurden auch die *Tenons*chen Sehnenfascikel und „*Flügel*“ aufs neue beschrieben.

Malgaigne war es, der nach ca. 35 jähriger Pause sie wieder in die Literatur einführte. Als er in seinem anatomischen Lehrbuch an *Tenons* vergessene Kapsel erinnerte, gab er auch die *Tenons*che Angabe wieder, dass die Kapsel nach jeder der beiden Seiten eine zur Orbitalwand gehende „*aile ligamenteuse*“ entsendet. Dagegen scheint ihm entgangen zu sein, dass *Tenon* andere fibröse Bildungen um den *Bulbus* herum unter dem Namen „*faisceaux tendineux*“ beschrieben hat. Aber auch auf diese wurde kurz danach von anderer Seite her aufmerksam gemacht. In den Arbeiten, welche in den Jahren 1840—42 über die *C.T.* erschienen, finden sich nämlich die *Tenons*chen Fascikel erwähnt (*Boyer* und *Guerin*, *Hélie*, *Bonnet*). Ihre Beschreibung ist jedoch knapp. *Hélie* hatte eine andere Ansicht als *Tenon* sowohl in bezug auf die Anordnung wie auf die Funktion der Fascikel. Seiner Auffassung trat in allem wesentlichen *Cruveilhier* bei, dessen Darstellung ausführlich und klar ist.

Cruveilhier (1845) liess jeden geraden Augenmuskel sich nach vorn in zwei verschiedene Portionen teilen: 1. eine grössere „*portion oculaire*“ mit Ansatz an der *Sclera* (Hauptinsertion des Muskels) und 2. eine kleinere „*portion orbitaire*“ (für die *Mm. recti lat. et med.*) s. „*orbito-palpébrale*“ (für die *Mm. recti sup. et inf.*) mit Ansatz an der Orbitalwand und — soweit es die beiden letzteren Muskeln betrifft — auch in den Augenlidern. „*Les portions orbitaires et orbito-palpébrales*“ entsprechen *Tenons* „*faisceaux tendineux*“.

Die Beschreibung von dem Verlauf des äusseren und des inneren Fascikels fällt mit der *Tenons* ziemlich zusammen. Dagegen hat *Cruveilhier* den oberen und den unteren Fascikel anders geschildert. Er hat nämlich die „*port. orbito-palpébr. sup.*“ nicht sich in das obere Augenlid hinein fortsetzen, sondern sich in drei kleinere Portionen teilen lassen, von denen die mittlere sich mit dem oberhalb liegenden *M. levat. palp. sup.* verbinden, die laterale zur lateralen Orbitalwand gehen und die mediale, die nach *Hélie* sich an der medialen Orbitalwand befestigt, ihre auffallende Insertion an der

Sehne des M. obliq. sup. haben sollte, wodurch der schiefe Muskel mit der „Port. orbito-palpébr. sup.“ eine Schleife bilden würde, die eine gewisse, unten angegebene Bedeutung hätte. Die „Portion orbito-palpébrale“ des M. rectus inf. soll nicht, wie Tenon meinte, nur zum unteren Augenslitz gehen, sondern auch Züge nach unten mit Ansatz am Orbitalboden absenden.

Cruveilhier hatte eine von Tenon abweichende Ansicht auch in einer anderen anatomischen Hinsicht, nämlich betreffs der histologischen Natur dieser fibrösen Formationen. Während Tenon sie als Ausläufer von der Muskelscheide wie vom Muskel selbst aufgefasst hatte — also als eine Art Mischung von gewöhnlichem Bindegewebe und Sehngewebe — meinte Cruveilhier, dass sie ausschliesslich vom Muskel herrührten, und hielt sie für reine Sehnen. — Als ein eigenartiges Detail sei seine Auffassung von den Bindegewebsformationen angeführt, die Tenon unter der Bezeichnung „ailes ligamenteuses“ erwähnt hat. Die Orbitalsehne des äusseren und des inneren geraden Muskels soll nämlich von Bindegewebshüllen umschlossen sein, die von der C. T. ausgehen; diese Hüllen sind es, die, wie Cruveilhier meint, Tenons „ailes ligamenteuses“ entsprechen.

Wenn also hinsichtlich der Anatomie der erwähnten Bildungen zwischen Tenon und Cruveilhier mehrere bemerkenswerte Divergenzen bestehen, so gehen indessen ihre Ansichten bezüglich der Deutung der funktionellen Rolle dieser Bildungen noch mehr auseinander. Wie früher Hélie erklärte Cruveilhier — doch ohne Gründe anzuführen —, dass er nicht Tenons Meinung teile, wenn dieser in den Fascikeln kompressionsaufhebende Faktoren zum Schutze des Bulbus sah. Vielmehr fand er sie bedeutungsvoll in einer anderen Beziehung, die übrigens schon vorher von Hélie angegeben worden war.

Nach Hélie und Cruveilhier sollten, wie oben erwähnt, die vier geraden Augenmuskeln durch ihre „portions orbitaires“ mit unnachgiebigem Knochen verbunden sein. Im Hinblick auf diese anatomische Anordnung wiesen sie nun den Orbitalportionen die Aufgabe zu, die Kontraktionen der Muskeln bis zu einem gewissen Grade zu begrenzen und so die Drehbewegungen des Auges zu beschränken.

Bekanntlich kann der Bulbus physiologisch in verschiedenen Richtungen nur bis zu bestimmten Punkten gedreht werden (Begrenzung des Blickfeldes). Das Hindernis für eine fortgesetzte Rotation über die Grenze hinaus, welche in einer gewissen Richtung der Bewegung gesetzt ist, ist nicht in dem erreichten Maximum der Kontraktionsfähigkeit der wirksamen Muskeln zu suchen, also nicht in einer Erschöpfung ihrer Kraft, denn, wie Volkmann später gezeigt, haben die Augenmuskeln in den Momenten, wo die Bewegungen des Bulbus aufgehalten werden, sich nur um etwa ein Viertel der Länge der Muskelfasern verkürzt, während die Augen-

muskeln ebenso wie andere quergestreifte Muskeln normalerweise die Fähigkeit haben, sich um etwa die halbe Länge der Fasern zu verkürzen. Die Ursache für die Begrenzung der Bulbusbewegungen ist also in besonderen Anordnungen ausserhalb der Muskeln zu suchen. Eben solche Anordnungen waren es, die Hélié und Cruveilhier in „les portions orbitaires“ sahen, und um dies auszudrücken, führte Hélié für sie die Bezeichnung: „tendons d'arrêt“ ein.

Indessen schrieb Cruveilhier nicht allen Muskeln der Orbita solche Knocheninsertionen zu. Dergleichen erhielten ausser den vier geraden Augenmuskeln zwar auch der *M. levator palp. sup.*, indem die Seitenpartien der Insertionsaponeurose dieses Muskels an der medialen wie auch an der lateralen Orbitalwand sich ansetzen und dadurch auf die Kontraktionen des Muskels hemmend wirken sollen. Den beiden *Mm. obliqui* sprach er aber „portions orbitaires“ ab. Man kann da fragen, wie die Kontraktionen dieser beiden Muskeln begrenzt werden. Was den *M. obliq. sup.* betrifft, so gab Cruveilhier die Antwort, dass der Muskel, obgleich einer „portion orbitaire“ ermangelnd, dennoch eine Verbindung mit derselben physiologischen Wirkung habe. Es ist nämlich die Verbindung, die seiner Behauptung nach zwischen der Sehne des Muskels und der „portion orbitaire“ des oberen geraden Muskels bestehen soll. Hinsichtlich des *M. obliq. inf.* dagegen blieb Cruveilhier die Antwort schuldig. Hélié hat ganz kurz angegeben, dass auch die schrägen Muskeln mit accessorischen Sehnen versehen sind, ohne dass jedoch aus der Beschreibung hervorgeht, ob er sie als „tendons d'arrêt“ betrachtete.

Den mittleren Teil der „Portion orbito-palpébrale“ des oberen und des unteren geraden Augenmuskels, die sich mit dem *M. levat. palp. sup.* verbinden bzw. in das untere Augenlid hineinerstrecken sollte, liess Cruveilhier die anatomische Unterlage für die Assoziationen zwischen den Bewegungen der Augenlider und des Bulbus bilden. Er fand also in „les portions orbito-palpébrales“ die Erklärung für ein physiologisches Phänomen, über welches Bonnet vier Jahre früher Licht verbreitet zu haben glaubte, als er sagte, dass die C.T. sich in die Augenlider hinein fortsetzt und an den Tarsi inseriert.

Cruveilhier gründete seine Darstellung auf Präparate von Richets Hand. Es ist da natürlich, dass die anatomische Schilderung, welche von Richet (1855) zehn Jahre später herausgegeben wurde, in der Hauptsache mit der Cruveilhiers zusammenfiel. Er aber erkannte den „portions orbitaires“ der geraden Augenmuskeln, die er zur Markierung ihres sehnigen Charakters „tendons orbitaires“ nannte, eine vielseitigere Funktion zu als dieser. Wie Hélié und Cruveilhier meinte er, dass sie die Exkursionen des Bulbus einschränken. Er akzeptierte aber auch die alte Tenonsche Auffassung, welche in den Fascikeln Anordnungen zum Schutz des

Bulbus gegen den Druck der Augenmuskeln sah, und wie Hélie schrieb er ihnen — aber nur andeutungsweise — die Funktion zu, den Bulbus im Orbitaleingange zu fixieren. Ausserdem scheint er die Vorstellung gehabt zu haben, dass gerade durch diese ihre Knochenansätze die geraden Augenmuskeln bei den Kontraktionen — anstatt den Bulbus nach hinten zu ziehen — denselben um sein Centrum rotieren, und zwar deshalb, weil die Zugrichtung der Muskeln durch die Knochenansätze von der Richtung der Muskeln selbst gegen die Spitze der Orbita auswärts nach der Peripherie der Orbita hin abweichen würde.

Richet hat zu Cruveilhiers anatomischer Darstellung einen kleineren Zusatz gemacht. Während Cruveilhier wie Tenon nur zwei von der C.T. zur Orbitalwand verlaufende „ailes ligamenteuses“ erwähnt hat, fand Richet vier solche. Zu den zwei älteren „Flügeln“, dem medialen und lateralen, hat er zwei neue hinzugefügt, welche von dem oberen und unteren Orbitalrande nach dem Bulbus hingehen sollten. Auf diese Weise erhielt er in der Umgebung des Bulbus und der C.T. eine erhebliche Anzahl fibröser Formationen.

Die Teilung derselben in zwei verschiedene Arten, die im Anschluss an Tenon von älteren französischen Anatomen vorgenommen wurde, scheint mit Richet ihr Ende erreicht zu haben. Die Autoren aus der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts haben nicht zwischen verschiedenen Kategorien von Ausläufern unterschieden, sondern sie unter einer gemeinsamen Bezeichnung der einen oder anderen Art zusammengefasst. Der Ausdruck „ailes ligamenteuses“ lebt indessen fort, wird aber jetzt als derartiger Sammelnamen abwechselnd mit anderen Bezeichnungen benutzt.

Eine von der Auffassung der älteren französischen Anatomen wesentlich abweichende Meinung über diese Ausläufer wird bei Sappey angetroffen. Er beschränkte ihre Zahl auf fünf, wovon vier zu den geraden Augenmuskeln und der fünfte zu dem M. obliq. inf. gehören sollten. Die zwei vom M. rectus lat. und med. sollten sich der allgemein angenommenen Weise gemäss an der lateralen bzw. medialen Orbitalwand befestigen. Der Fascikel vom M. rectus sup. sollte sich mit dem oberhalb liegenden M. levator palp. sup. und der Fascikel vom M. rectus inf. mit dem Septum orbitale inf. vereinigen; für die beiden letzteren gab es also, nach Sappeys Auffassung, keinen Knochenansatz. Der zum M. obliq. inf. gehörende Fascikel sollte vom Muskel in der Richtung nach unten und lateral zum Orbitalboden gehen; er sollte sich bis zur Fissura orbitalis inf. erstrecken und mit der glatten Muskulatur derselben verbinden.

Es ist jedoch nicht die Anzahl und allgemeine Anordnung der Ausläufer, worin die wichtigste Meinungsverschiedenheit zwischen Sappey und seinen Vorgängern besteht. Von grösserer prinzipieller Bedeutung ist es, dass Sappey eine neue Auffassung von ihrem

hinteren Ursprunge und von ihrem histologischen Charakter zum Ausdruck brachte.

Tenon hatte den Fascikel teils aus dem Muskel selbst, teils aus der Bindegewebsscheide des Muskels entstehen lassen und in Übereinstimmung damit in demselben ein Gemisch von gewöhnlichem Bindegewebe und Sehngewebe gesehen. Cruveilhier und Richet hatten den Beitrag von der Scheide her gestrichen und den Fascikel als eine vom Muskel ausgehende unvermischte Sehne betrachtet. Sappey erklärte, dass sowohl die Tenonsche wie besonders die vor Sappey allgemein herrschende Cruveilhier-Richetsche Ansicht unbegründet sei. Der Fascikel rühre weder als Ganzes, noch zum Teil vom Muskel selbst her, sondern er hänge ausschliesslich mit der Bindegewebsscheide des Muskels zusammen und sei hinsichtlich des Ursprunges einzig und allein eine Ausstrahlung von der Scheide her. Da diese von Sappey als ein Ausläufer der C. T. aufgefasst wurde, ward auch der Fascikel — wenn auch in zweiter Reihe — ein Ausläufer derselben — „un prolongement du second ordre“. Diese „prolongements“ bestehen also weder ganz noch teilweise aus Sehngewebe, sondern aus gewöhnlichem Bindegewebe.

Hierzu machte Sappey indessen einen bemerkenswerten Zusatz. Er behauptete nämlich, dass der vordere Teil der von der Scheide des M. rectus lat. und des M. rectus med. ausgehenden Fascikel glatte Muskulatur enthalte und zwar in solcher Menge, dass der Fascikel als veritabler Muskel bezeichnet werden könne; diese neuentdeckte Muskulatur nannte er „Muscle orbitaire externe et interne“. Da der Fascikel von der Scheide des M. obliq. inf. zur glatten Muskulatur in der Fissura orbit. inf. gehen sollte, würde übrigens auch er muskulöse Struktur in seinem orbitalen Ende erhalten.

Da ich im nächsten Abschnitt die glatte Muskulatur um den Bulbus herum im Zusammenhang behandeln werde, will ich hier nicht näher auf die sog. Sappeyschen Muskeln eingehen. Doch möchte ich darauf hinweisen, dass man in gewissen Kreisen gedacht hat, Sappeys Befunde könnten von grossem Werte werden, da in diesen vielleicht die Erklärung für gewisse pathologische Lageveränderungen des Bulbus zu finden wäre. Hierüber sagt Lockwood (1885): „If it could be substantiated, that the check ligaments contained unstriated muscle, and a sufficient quantity of it to pull forwards the recti and with them the capsule of Tenon, important pathological problems would be solved.“ Was für Probleme Lockwood hierbei im Auge gehabt hat, geht aus seiner Darstellung nicht hervor, man darf aber wohl vermuten, dass ihm auch das Basedowsche Exophthalmusproblem vorgeschwebt hat.

Die französischen Autoren nach Sappey haben im grossen und ganzen seine Reduktion der Anzahl der Fascikeln akzeptiert;

ebenso die englischen (Lockwood, Thane). Sie beschreiben meist einen Fascikel von einem jeden der geraden Augenmuskeln aus. Allgemein wird dem lateralen und dem medialen Fascikel Knochenansatz an der lateralen bzw. medialen Orbitalwand zuerteilt. Hinsichtlich des Verlaufes und des Ansatzes des oberen und des unteren Fascikels stimmen dagegen die Angaben nicht überein. Der obere soll sich entweder mit dem M. levat. palp. sup. verbinden (Panas 1873) oder zum oberen Orbitalrande gehen (Boucheron 1879) oder sich zwischen den Levator und den Orbitalrand verteilen (Tillaux 1890); andere beschreiben für den M. rectus sup. zwei Fascikel, den einen zur lateralen und den anderen zur medialen Orbitalwand (Motais 1887, Testut et Jacob 1905). Der zum M. rectus inf. gehörende Fascikel soll mit im Detail wechselndem Verlauf entweder zum unteren Augenlide oder zum unteren Orbitalrande oder nach beiden diesen Stellen gehen. Den Fascikel vom M. obliq. inf. habe ich nur bei ein paar Autoren erwähnt gefunden, am ausführlichsten bei Motais. Dieser Forscher vertritt übrigens bezüglich der Fascikel die Meinung, dass sie nicht isolierte Bildungen, sondern lokale Verdickungen oder Verstärkungen in dem Trichter sind, welchen das oberflächliche Blatt der „aponévrose commune“ bildet, indem es die geraden Augenmuskeln beim Äquator des Bulbus verlässt und zum Orbitalrande geht. Testut lässt die Fascikel vom M. rectus sup. und inf. auch zum Fornix conjunct. zahlreiche Züge entsenden und tangiert damit eine Auffassung von der Funktion der Fascikel, die zum erstenmal von Henle dargestellt worden ist.

Henles (1866) Angabe über die vordere Insertion der Fascikel weicht wesentlich von dem ab, was wir bei französischen Autoren kennen gelernt haben. Er liess nämlich Bündel und Blätter von den Fascien der geraden Augenmuskeln nach vorn zu dem am Orbitalingang ausgespannten Septum orbitale gehen — also nicht zur Orbitalwand, um Knocheninsertion zu erhalten. Da er ferner der Meinung war, dass das Septum orbitale sich mit der Conjunctiva verbindet, zog er die Schlussfolgerung, dass die Muskeln durch Vermittlung der erwähnten Bündel und Blätter gleichzeitig und in derselben Richtung die Bindehaut retrahieren, wie sie den Bulbus drehen. Hierin sah Henle, wenn auch nicht die einzige, so doch vielleicht die wichtigste Funktion der Fascikel. Er meinte, sie haben dieselbe Aufgabe wie die von gewissen Extremitätsmuskeln abgehenden sog. Kapselspanner. Sie sollten durch Vertiefung der conjunctivalen Übergangsfalte in der Richtung der Bulbusbewegung die Entstehung von Faltenbildungen in der Bindehaut, die für einen untadelhaften Ablauf der Bulbusbewegungen hinderlich werden könnten, verhindern.

Da Henles eigentümliche Ansicht über die Beziehungen zwischen dem Septum orbitale und der Conjunctiva nicht aufrecht erhalten werden kann, weil diese zwei Membranen nicht miteinander in direkte Verbindung treten, ist es bei seiner Beschreibung des

Verlaufes und der vorderen Insertion der Fascikel indessen unmöglich zu verstehen, wie diese Fascikel in genannter Weise die conjunctivale Übergangsfalte sollen vertiefen können. In Henles nicht recht glücklicher Darstellung der Anatomie des peribulbären Bindegewebsapparates hat man vielleicht eine der Ursachen dafür zu erblicken, dass seine Ansicht von der physiologischen Einwirkung der Fascikel auf die Bindehaut von den Anatomen anfänglich unbeachtet gelassen wurde. Merkel, der von den deutschen Anatomen die erste ausführliche Beschreibung des orbitalen Bindegewebsapparates gegeben und der für die mehrerwähnten Fascikel die Bezeichnung „Fascienzipfel“ in die deutsche Literatur eingeführt hat, hat in der 1874er Auflage des Graefe-Saemischschen Handbuchs Henles Darstellung der Funktion dieser Bindegewebsbildungen nicht berücksichtigt. Dies ist dagegen in der Auflage von 1901 geschehen. Dieser veränderte Standpunkt Merckels dürfte mit der Beschreibung der „Fascienzipfel“ in Verbindung zu setzen sein, welche in der Zwischenzeit von Schwalbe gegeben worden war.

Schwalbe (1887) nahm Henles Anschauung von der Einwirkung der Fascikel auf die Bindehaut auf und gab derselben, was ihr zuvor fehlte, eine verständliche anatomische Unterlage. Er liess nämlich die Fascikel oder Fascienzipfel nach vorn nicht nur mit der Orbitalwand und — bei den von den Mm. recti sup. et inf. — mit den Augenlidern in Verbindung stehen, sondern dazu auch Züge zur Conjunctiva und speziell zu deren Fornix entsenden. Bei dieser Beschreibung ist es möglich zu verstehen, wie „die Fascienzipfel“ bei der Kontraktion der zugehörigen Muskeln einen solchen Zug an der Conjunctiva ausüben können, wie er von Henle angegeben worden ist. Die Anschauung scheint auch später ziemlich allgemein durchgeschlagen zu sein, denn in vielen anatomischen Hand- und Lehrbüchern aus späteren Jahren wird angegeben, dass Züge von den Bindegewebscheiden der Augenmuskeln auch zur Conjunctiva hin verlaufen.

Hiermit aber sind die Bindegewebsausläufer, einmal von Sappey auf fünf reduziert, wiederum an Zahl vermehrt worden. Vor allem in der deutschen Literatur ist diese erneute komplizierte Auffassung von dem peribulbären Bindegewebsapparat zum Ausdruck gekommen. Merkel und Schwalbe und nach ihnen andere deutsche Autoren haben die Augenmuskeln, oder richtiger gesagt deren Scheiden — ausser mit den erwähnten conjunctivalen Ausläufern — auch mit gewissen anderen „Zipfeln“ ausgestattet, welche früher entweder nicht erwähnt oder von Sappey gestrichen worden waren. So zeigt die deutsche Literatur, die in der ersten Hälfte und Mitte des vorigen Jahrhunderts sich nur wenig mit dem hierher gehörigen Bindegewebsgebiete befasste, während der letzten Jahrzehnte aber eingehende Beschreibungen davon gegeben hat, eine nicht unbedeutende Abweichung von der von Sappey und gewissen anderen

französischen Autoren gegebenen verhältnismässig einfachen Darstellung.

Gemäss Schwalbes (1887) und Merkels und Kallius' (1901) ziemlich übereinstimmenden Beschreibung löst das orbitale Blatt der Scheiden der geraden Augenmuskeln sich in Stränge und Zipfel auf, welche zu den Orbitalwänden und zur Conjunctiva sowie — in bezug auf die Ausläufer vom M. rectus sup. und inf. — auch zu den Augenlidern gehen. An der Orbitalwand haben sie zwei Hauptinsertionen, eine laterale und eine mediale. Die laterale Insertion entspricht der Gegend der Sutura zygomatico-frontalis. Hier vereinigen sich die lateralen Fascienzipfel des M. levat. p. s. und M. rectus sup. sowie der obere des M. rectus lat.; etwas weiter unten inseriert sich der untere Zipfel von der Fascie des letztgenannten Muskels (Merkel und Kallius). Mitten gegenüber auf der medialen Orbitalwand liegt die zweite Hauptinsertionsstelle, die nach Merkel und Kallius in zwei Teile zerfällt, einen oberen und einen unteren; der obere ist die Trochlea, die untere liegt unterhalb der Trochlea am hinteren Rande des Tränenbeines. An der ersten Stelle inserieren die medialen Zipfel des M. lev. p. s. und M. rectus sup., an der anderen die Zipfel des M. rectus med. und inf. Von der Fascie des M. rectus med. wie von der des M. rectus lat. gehen auch Züge zur Übergangsfalte der Conjunctiva hin. Die Fascie des M. rectus sup. verbindet sich durch einen Zipfel mit dem tiefsten Blatt der Levatoraponeurose, und Züge von demselben lassen sich auch auf der Vorderseite der Conjunct. palp. bis zum Tarsus verfolgen (Schwalbe). Die Fascie des M. rectus inf. sendet ihren Hauptzipfel zum unteren Augenlide, wo er sich bis vor den Tarsus hin fortsetzt; sie geht auch mit der conjunctivalen Übergangsfalte eine Verbindung ein. — Die Fascien des M. obliq. sup. und inf. entsenden dagegen keine Zipfel.

Ein ausführliches Referat von der Darstellung dieser Autoren ist gegeben worden, um zu zeigen, wie kompliziert zusammengesetzt der Bindegewebsapparat ist, welchen spätere deutsche Anatomen um den Bulbus herum gefunden haben. Wenn die Wirklichkeit der Beschreibung entspricht, will es erscheinen, als wäre die Natur hier von dem Begriff Einfachheit ziemlich weit abgekommen.

Bezüglich dessen, was während der letzteren Jahrzehnte sonst über die Fascikel oder Fascienzipfel geschrieben worden ist, sei folgendes angeführt. Was ihren hinteren Ursprung und ihre damit zusammenhängende histologische Natur betrifft, so kann man sagen, dass die Autoren nach Sappeys Zeit in dieser Frage in zwei Lager gespalten sind. In dem einen Lager, das die Mehrzahl der Forscher umfasst, huldigt man der Sappeyschen Ansicht, nach welcher die Fascikel ausschliesslich von den Muskelscheiden ausgehen. Das andere Lager, vor allem von dem Engländer Lockwood vertreten, hält an der älteren Ansicht von einem Ursprung

auch aus den Augenmuskeln selbst fest, nämlich insofern diese mehr oder weniger reichlich Muskelbündel in die Fascikel entsenden sollen. In beiden Fällen scheint die allgemeine Meinung die zu sein, dass die Fascikel überwiegend aus collagenem Bindegewebe aufgebaut sind; nur Lockwood hat elastische Elemente in dominierender Menge konstatiert. Ausserdem nehmen verschiedene französische Autoren nach Sappey an, dass der laterale und der mediale Fascikel (von der Scheide des M. rectus lat. bzw. med.) im vorderen Teile aus glatter Muskulatur bestehen.

Die Funktionen, welche den Fascikeln von älteren Anatomen zugesprochen wurden, sind auch von den Forschern einer späteren Zeit ganz oder teilweise akzeptiert worden. Als Neuheit ist zu verzeichnen, dass Motais und nach ihm Königstein u. a. ihnen noch eine Funktion zuerkannt haben, indem die Bewegungen des Bulbus durch die Fascikel nicht nur beschränkt, sondern auch reguliert werden sollten.

Übrigens sind natürlich mit den Variationen in der Auffassung von der Anordnung der Fascikel allerlei Variationen in der Detailbeschreibung Hand in Hand gegangen. Und infolge eben dieser Variationen kann die für eine bestimmte physiologische Erscheinung gesuchte Erklärung von verschiedenen Autoren in ziemlich verschiedenartigen mechanischen Verhältnissen gesehen worden sein. Denn es ist ja — um ein Beispiel anzuführen — natürlich, dass ein Forscher, der nicht den M. obliq. inf. mit einem Fascikel ausgestattet gefunden hat, die Erklärung für die Beschränkung der Kontraktion des Muskels — sofern er eine Erklärung geben will — in einem ganz anderen anatomischen Mechanismus suchen muss als der Forscher, welcher gemeint hat, einen Fascikel mit solcher Lage und Stärke nachweisen zu können, dass derselbe in sich die Erklärung enthalten kann. Hier können nicht alle aus den angedeuteten Verhältnissen herfliessenden Differenzen angeführt werden, die sich zwischen den Beschreibungen des peribulbären Bindegewebsapparates seitens verschiedener Autoren oder ihrer Analyse der anatomischen Voraussetzungen für die normale Funktion des orbitalen Bewegungsapparates finden. Im vorhergehenden habe ich die historischen Daten angeführt, die vom anatomischen und physiologischen Gesichtspunkte aus für die Fascikel die wichtigsten sind, und dabei nur solche Autoren berücksichtigt, welche in höherem Grade die Auffassung zeitgenössischer oder späterer Autoren beeinflusst haben oder sonst aus irgend einer Veranlassung ausführlicher erwähnt zu werden verdienten.

Liest man nach Kenntnisnahme dessen, was nach dem vorstehenden im Laufe eines Jahrhunderts über die Fascienzipfel der Augenmuskeln geschrieben worden ist, eine letzte

Spezialarbeit über die C. T. von H. Virchow (1902), so kann man kaum einem gewissen Gefühl des Staunens entgehen. Wenn frühere Forscher in recht vielen und bisweilen auch in wichtigen Dingen verschiedene Meinungen gehabt haben, so sind sie doch wenigstens in einem Punkte einig gewesen: die Existenz solcher Bindegewebsbildungen, welche unter dem Namen „Fascienzipfel“ usw. gehen, ist von allen bestätigt worden. Unter solchen Umständen muss dann wohl eine Angabe, wie sie H. Virchow macht, eigentümlich erscheinen und uns nötigen, hinter alle bisher gemachten Mitteilungen über die sog. Fascienzipfel — Virchows eigene Mitteilung nicht ausgenommen, wenn sie den Behauptungen so vieler vorhergehender berühmter Anatomen gegenübergestellt wird — ein Fragezeichen zu setzen.

Virchow hält nämlich dafür, dass nichts existiert, was den Namen „Fascienzipfel“ verdient.

Er meint, dass die Forscher in ihren Beschreibungen des Bindegewebsapparates sich subjektiv gefärbter Schematisierungen schuldig gemacht haben, „dass sie einen bestimmten Gesichtspunkt, einen Begriff, einen Ausdruck kreiert haben, dem sich nach ihrer Meinung das Einzelne am besten unterwerfen liess“. Sieht man indessen, meint Virchow, objektiv und mit Sinn für die Wirklichkeit auf die Sache, so wird man finden, „dass bei einer genaueren Analyse von den ‚Fascienzipfeln‘ nichts Greifbares übrig bleibt. Der Begriff ‚Fascienzipfel‘ ist ein Sammelstoff, in dem alle unanalysierten Reste zusammengeworfen worden sind.“ In Übereinstimmung hiermit spricht Virchow den eigentlichen Augenmuskeln ihre traditionellen Fascienzipfel ab. Nur ein einziger von den Muskeln der Orbita soll damit ausgerüstet sein, und das ist der *M. levator palp. sup.* Aus Virchows Arbeit sei übrigens hervorgehoben, dass er unter der Bezeichnung „Ligamenta capsularia sup. et inf.“ zwei Ligamente beschrieben hat, welche

die C. T. mit der lateralen Orbitalwand verbinden. Diese Ligamente sollen teilweise den Fascienzipfeln entsprechen, welche Merkel und Kallius sowie Schwalbe vom M. rectus lat. und sup. ausgehen lassen; weder ist jedoch eine „Fascie vorhanden noch ein Zipfel“.

Fügt man nun noch hinzu, dass sowohl Virchows als auch Merckels und Kallius' Meinung in demselben medizinischen Werke — in dem Standardwerke Graefe-Saemischs Handbuch (letzte Auflage) — Ausdruck gefunden hat, so muss man sich wohl versucht fühlen zu fragen: Was soll man glauben?

H. Virchow hat für seine Meinung bei den späteren Hand- und Lehrbuchsverfassern (Testut et Jacob 1905, Birch-Hirschfeld 1907, Kopsch 1912, Corning 1913) kein Gehör gefunden.

b) Eigene Untersuchungen.

Der M. levator palp. sup. mit Scheide. Septum orbitale.

In der Beschreibung, die oben von den Bindegewebscheiden der Augenmuskeln gegeben worden, ist die Scheide des M. levator palp. sup. nicht angeführt worden. Sie wird statt dessen in diesem Zusammenhang behandelt werden.

Da der Levator vorn in enge Beziehung zur C. T. und zu dem später zu erwähnenden M. tarsalis sup. (Müllerscher Muskel) tritt, so ist es jedoch notwendig, nicht nur von der Scheide des Levators, sondern auch von dem Muskel selbst und besonders von der vorderen Insertion desselben Kenntnis zu nehmen. Die Ansatzaponeurose des Levators scheint aber um so mehr in die Darstellung einbezogen werden zu müssen, als die Beschreibungen derselben in den anatomischen Lehrbüchern andauernd mehr oder weniger unrichtig sind, obwohl

im Interesse der Augenlidchirurgie eine sichere Feststellung der diesbezüglichen anatomischen Verhältnisse erwünscht sein muss.

Endlich bringt es das Verhältnis, in welchem der Levator zum Septum orbitale steht, mit sich, dass einige Worte auch der letztgenannten Bindegewebsmembran gewidmet werden müssen.

M. levator palp. sup. und Sept. orbitale. Bekanntlich ist der *M. levator p. s.* bedeutend breiter nach vorn als nach hinten zu an seiner Ursprungsstelle, so dass der Muskel einem gleichseitigen Dreieck mit nach hinten gerichteter Spitze verglichen zu werden pflegt. Genauer angegeben, hat der Muskel am Ursprunge vom kleinen Keilbeinflügel eine Breite von nur ca. 3 mm, während seine Breite vorn am Übergange in die Sehne bis zu 15—20 mm beträgt; gleichzeitig wird der Muskel nach vorn zu etwas dünner. Fügen wir noch hinzu, dass der Abstand von dem Ursprunge bis zum Sehnenübergange ca. 4 cm beträgt, und dass der Muskel in den zwei hinteren Dritteln nur allmählich sich erweitert und erst im vorderen Drittel ziemlich rasch seine volle Breite erreicht, wodurch er nicht von geraden, sondern von nach den Seiten der Orbita hin konkaven Rändern begrenzt wird, so dürfte man sich ein gutes Bild von der allgemeinen Form und Grösse des Muskelbauches machen können.

Der Sehnenübergang liegt im grossen und ganzen am Fornix conjunctivae, also einige Millimeter nach vorn vom Äquator des Bulbus. Doch verläuft die Linie zwischen der Muskulatur und der Sehne nicht parallel mit dem Fornix. Die Linie bildet nämlich einen ungefähr rechten Winkel mit der Längsrichtung des Muskels, und da der Muskel in seinem Verlauf nach vorn hin etwas nach der lateralen Seite von der Sagittalebene deviiert, so verläuft die Übergangslinie mit ihrer Hauptrichtung — die Linie ist nicht gerade — in der Weise schräg

gegen die Frontalebene, dass ihr mediales Ende etwas weiter nach vorn liegt als ihr laterales. Die Folge ist die, dass, während der Sehnenübergang bei gesenktem Augenlid in den medialen Teilen sich am oder sogar vor dem Fornix befindet, er in den lateralen Teilen im allgemeinen einen oder ein paar Millimeter dahinter liegt (Fig. 1, Taf. 1/2; Fig. 10, Taf. 5/6).

Die Insertionssehne oder besser die Insertionsaponeurose hat eine grosse Oberflächenausbreitung, ist dünn und verhält sich nach den Seiten zu stark asymmetrisch.

Die rasche Breitenzunahme, die den vorderen Teil des Muskelbauches charakterisiert, dauert bei der Aponeurose kontinuierlich fort. 15—20 mm breit beim Abgange vom Muskelfleisch, nimmt die Aponeurose, während sie in ihrem Verlaufe nach vorn hin der Wölbung des Bulbus folgt, an Breite zu, so dass sie längs der Insertion im oberen Augenlide ca. 30 mm erreicht. Die Ausdehnung der Aponeurose in sagittaler Richtung beträgt etwa 15 mm.

Wo befestigt sich nun diese Levatoraponeurose?

Bevor ich an die Beantwortung der Frage herangehe, will ich mit einigen Worten mich noch dem Septum orbitale zuwenden.

Das Septum orbitale oder die Bindegewebsmembran, die die Orbitalhöhle nach vorn zu abschliesst, geht bekanntlich von dem Orbitalrande an der oberen, lateralen und unteren Seite aus; an der medialen Seite, wo die Orbita eines markierten Randes entbehrt, macht die Ursprungslinie eine scharfe Ausbuchtung nach hinten an der medialen Orbitalwand, indem das Septum dort von dem Tränenbein hinter der Crista lacimalis posterior und unmittelbar hinter dem Ursprunge des Horner'schen Muskels entspringt (Fig. 2). Von dieser Ursprungslinie aus verläuft das Septum nach der Augenlidspalte hin und befestigt sich in einer Weise, wie sogleich näher angegeben werden soll.

Das Septum ist nun nicht eine dicke und kräftige Scheidewand, ausgespannt in dem Orbitaleingang als ein planes Diaphragma.

Es ist vielmehr eine lockere und lose und im ganzen genommen dünne Membran, die jedoch kontinuierlich und nicht von Lücken unterbrochen ist. Es hat nicht dieselbe Dicke überall. Im oberen Augenlid ist es ziemlich mächtig in dem Gebiet nächst dem Orbitalrande; in der Richtung nach dem Tarsus hin wird es dünner, und das ist besonders in der Mitte der Fall. Im unteren Augenlid ist das Septum stets eine sehr dünne und lockere Bindegewebsmembran, die nach der medialen Seite hin in gewissen Fällen schwer unter Wahrung der Kontinuität freizupräparieren sein kann. An der lateralen Seite ist das Septum verhältnismässig dick und stark, und gegenüber dem lateralen Augenwinkel ist es durch ein Bündel eingewobener Fasern verstärkt, die das bilden, was die Anatomen „Lig. palp. lat.“ nennen. An der medialen Seite, hinter dem Horner'schen Muskel, ist das Septum dünn.

Dass das Septum nicht eine plan ausgespannte Membran sein kann, geht bereits aus dem Verlauf der Ursprungslinie an der Innenseite der Wand des Orbitaleinganges hervor. Noch klarer wird es, wenn man sich an die Form der Augenlider erinnert. Da das Septum in seiner Ausbreitung sich an die Augenlider anschliesst und diese in ihrer Pars orbitalis und Pars tarsalis begleitet, so dass man auch im Septum eine Pars orbitalis und eine Pars tarsalis unterscheiden könnte, so muss das Septum, entsprechend dem Sulcus orbito-palpebralis, natürlich eine Falte nach hinten zu machen, eine Falte, die bei geöffnetem Auge sehr tief im oberen Augenlide ist. Im übrigen wechselt natürlich die Form des Septums mit der Stellung der Augenlider.

Man findet vielfach die Anschauung vertreten, dass das Septum nichts anderes als die hintere Fascie des M. orbi-

cularis oculi wäre. Ich kann mich einer solchen Auffassung nicht anschliessen, sondern sehe in dem Septum eine mehr selbständige Bildung. Denn erstens hat das Septum nicht dieselbe Ausdehnung wie der Muskel: das Septum entspringt vom Orbitalrande und hat dort seine periphere Grenze, während der M. orbicul. oc. sich ja weit über diesen Rand hinaus erstreckt. Und zweitens bleibt beim Präparieren des Septums auf der Hinterseite des Muskels ein dünnes Bindegewebshäutchen zurück, das den Muskel auch peripherwärts vom Orbitalrande bekleidet, und das als die unansehnliche Muskelfascie bezeichnet werden kann. In der Pars orbitalis des oberen Augenlides ist diese Muskelfascie und das Septum orbit. voneinander meistens sogar durch eine dünne Fettschicht geschieden. Nach dem freien Rande der Augenlider hin wird jedoch die genannte Muskelfascie immer unansehnlicher und geht vor dem Tarsus in ein dünnes Perimysium über.

Ältere Anatomen lassen das Septum sich nach dem orbitalen Tarsusrande hin ausspannen, die Membran aber soll sich dennoch nicht dort befestigen, sondern sich in lockeres Zellgewebe zwischen Tarsus und M. orbicularis auflösen (Arnold 1851, Luschka 1867). Von einer grossen Anzahl Autoren aus späterer Zeit wird dagegen angegeben, dass das Septum sich an dem erwähnten Tarsusrand festsetzt (Merkel und Kallius 1901, Freund 1911 u. a.), und man findet sogar die Angabe, dass der Tarsus als die in dem freien Augenlide liegende verdickte Randpartie des Septums betrachtet werden kann (Testut et Jacob 1905 u. a.). Schliesslich sind von vereinzelt Autoren bezüglich des Septum superius noch einige andere Angaben geliefert worden, die in wechselnder Weise den centralen Ansatz desselben zu der Aponeurose des Levators in Beziehung setzen. So sagt Testut (1899), dass das Septum orbit. sup. in seinem mittleren Teil, statt wie in den Seitenpartien sich am Rande des Tarsus zu befestigen, „se confond avec le tendon antérieur du releveur ou, plus exactement, disparaît devant lui“. Schwalbe (1887) gibt an, dass das Septum in den Seitenteilen sich mit der Levatorsehne vereinigt, dass es aber in der Mitte so rasch dünner wird, dass es daselbst kaum mit der Sehne zusammentrifft. Nach Königstein (1896) und Groyer (1903) sollen das Septum sup. und die Levatorsehne sich miteinander verbinden, und Wolff (1905) lässt das Septum in der Gegend des oberen Tarsusrandes dadurch

enden, dass es an dieser Stelle lose der Sehne des Levators adhärirt. Von den Autoren, die die Insertion des Septums an den orbitalen Rand der Tarsi verlegen, geben einige an, dass das Septum sup. von einer vorderen, zur Augenlidhaut hinziehenden Portion der Levatorsehne durchbrochen wird (Testut et Jacob 1905, Corning 1913).

Es ist nun leicht zu zeigen, dass das Septum orbitale nach dem freien Rande der Lider zu sich weder in lockeres Bindegewebe auflöst, noch an dem Orbitalrande der Tarsi inseriert.

Das Septum inferius stösst in seinem Verlauf von dem unteren Orbitalrande her nach der Augenlidspalte hin in der Gegend des Fornix conjunctivae auf die C. T., folgt danach der Aussenseite der Pars palpebralis der Kapsel und befestigt sich schliesslich an der Vorderseite des Tarsus inf. dadurch, dass es ungefähr mitten zwischen dem orbitalen und dem freien Rande mit dem Tarsus verschmilzt (Fig. 1). Von der Pars palpebralis der Kapsel kann das Septum, wenn auch mit einiger Schwierigkeit, als eine dünne und äusserst zerreissliche Bindegewebsmembran lospräpariert werden.

Die mediale Partie des Septums, die hinter dem M. Horneri liegt, setzt sich hinter dem Tränensee an der Basis der Caruncula lacrimalis an und stösst dort auf die mediale Kapselwand (Fig. 2).

Was sodann das Septum superius betrifft, so trifft es mit der Aponeurose des Levators zusammen. Das Zusammentreffen geschieht längs einer bogenförmigen Linie, die über die ganze Breite der Aponeurose hin fast parallel mit dem oberen Orbitalrande in einem Abstände — mitten vor dem Bulbus — von ca. 10 mm von diesem Rande und 3—5 mm oberhalb des orbitalen Tarsusrandes verläuft (Fig. 1, Taf. 1/2; Fig. 7, Taf. 3/4); auf der Vorderseite des Augenlides wird die Linie durch den Sulcus orbito-palpebralis markiert. Man kann nun das Verhältnis zwischen dem Septum und der Aponeurose entweder so ausdrücken, dass das Septum längs der genannten Linie sich an

der Aponeurose befestigt, oder auch — und meines Erachtens besser — in der Weise, dass das Septum und die Aponeurose daselbst zu einer gemeinsamen Membran verschmelzen. Es ist im Verhältnis zur Stärke des Septums eine feste Verbindung, die die beiden Lamellen hier miteinander eingehen, und diese Verbindung kommt nicht nur an den Seiten, sondern auch in der Mitte zustande. Da das Septum neben der Vereinigungslinie in der Mitte meistens eine sehr dünne und unansehnliche Membran ist, kann es indessen beim Präparieren leicht hier zerreißen, so dass dadurch der Anschein entstehen kann, als ob es an der genannten Stelle frei endete oder nur lose der Aponeurose adhärierte. Nach der lateralen Seite zu kann die Verschmelzung bis zum lateralen Orbitalrande hin fortgehen, in welchem Falle die Aponeurose sich auch mit dem sog. Lig. palp. lat. vereinigt; in anderen Fällen endet sie jedoch in einem Abstände bis zu einigen Millimetern von diesem Rande. Nach der medialen Seite hin erstreckt sich die Verschmelzung bis zum medialen Rande der Aponeurose.

Die durch die Vereinigung des Septums und der Aponeurose entstandene Membran befestigt sich nicht am oberen Rande des Tarsus sup., sondern setzt sich auf die Vorderseite des Tarsus hinab fort, so dass also eine Bindegewebslamelle zwischen dem M. orbicularis und dem Tarsus sup. liegt. Mit der Vorderseite des Tarsus ist jene Membran zunächst nur locker verbunden und kann von derselben leicht bis herab zu einer Linie, die 3—4 mm oberhalb und ungefähr parallel dem freien Rande des Augenlides liegt, lospräpariert werden. Längs dieser Linie oder — wenn man so will — an der Fläche unterhalb dieser Linie setzt die Membran an den Tarsus an. Hier befindet sich also die Ansatzstelle sowohl für das Septum superius als für die Aponeurose des Levators (Fig. 1).

Man könnte vielleicht erwarten, dass die durch die Verschmelzung der Aponeurose und des Septums entstandene Mem-

bran dicker und stärker sein würde als die weiter nach hinten zu liegende Aponeurose allein. Das ist indessen nicht der Fall, im Gegenteil wird sie allmählich dünner, so dass die Lamelle zwischen dem M. orbicularis und dem Tarsus ziemlich schwach ist. Die Ursache hierfür ist die, dass die Levatoraponeurose, wie Merkel das zuerst nachgewiesen hat, an die Augenhaut sehnige Bündel und Züge abgibt, die von der Vorderseite der Membran aus den M. orbicularis durchsetzend zu dem davorliegenden Unterhautbindegewebe hinziehen.

Ausser auf der Vorderseite des Tarsus sup. befestigt sich also die Levatoraponeurose in der Haut über der Pars tarsalis des oberen Augenlides. Zu diesen zwei Insertionen kommt schliesslich noch ein dritter und letzter Ansatzpunkt hinzu.

Die Levatoraponeurose hat nämlich einen starken Knochenansatz an der lateralen Orbitalwand. Die sehnig glänzende Aponeurose dehnt sich unter zunehmender Stärke nach der lateralen Seite hin bis zur Orbitalwand aus und inseriert dort längs einer Linie, die in Übereinstimmung mit dem Verlauf der Aponeurose längs dem Bulbus mit schwacher Krümmung in vertikaler Hauptrichtung verläuft (Fig. 9, Taf. 3/4). Die Insertionslinie liegt auf der Innenseite des Os zygomaticum, 2—3 mm hinter dem lateralen Orbitalrande, und ist 8—10 mm lang; ihr oberes Ende, das meistens krückenförmig nach hinten zu abbiegt, liegt dicht unterhalb der Sutura zygomatico-frontalis, ihr unteres Ende liegt ungefähr in der Höhe des äusseren Augenwinkels. Durch diese Knocheninsertion des Levators entsteht zwischen der Aponeurose nach hinten zu, dem Septum orbitale nach vorn zu und der lateralen Orbitalwand lateralwärts ein trichterförmiger Recessus (Fig. 2, rez. s.), der, je nachdem die Verschmelzung zwischen dem Septum und der Aponeurose bis an den Orbitalrand reicht oder in einigem Abstände davon aufhört, blind in der Höhe des lateralen Augenwinkels endet oder sich nach unten in den extramuskulären Raum an der lateralen

unteren Seite des Bulbus öffnet. Hinab in diesen Recess erstreckt sich als wichtigste Bildung die laterale Spitze der Gland. lacrimalis sup., deren vorderer Rand nur durch ein wenig Fett von dem Septum getrennt wird.

An die mediale Orbitalwand befestigt sich die Levatoraponeurose nicht. Die Aponeurose erreicht nicht einmal diese Wand, sondern ihr medialer Rand läuft in mehreren Millimeter Abstand von derselben hinab.

Dieser mediale Rand der Aponeurose ist dünn und nach vorn zu undeutlich gegen das umgebende Fett- und Bindegewebe abgegrenzt, wohingegen der laterale, schräg nach hinten sehende, ca. 1,5 cm lange Rand, der sich von dem Abgang der Aponeurose vom Muskelfleisch zur lateralen Knocheninsertion hin erstreckt, scharf — besonders nach der Orbitalwand zu — markiert ist. Schliesslich kann von der Aponeurose gesagt werden, dass sie an Stärke und Mächtigkeit von der medialen nach der lateralen Seite hin zunimmt. — Die Aponeurose verhält sich also stark asymmetrisch.

Zwischen der Levatoraponeurose und der Conjunctiva mit der palpebralen Ausstrahlung der C. T. wird eine Lamelle angetroffen, die sich gleichfalls in dem oberen Augenlide ausbreitet (Fig. 1, p. s.). Sie zeigt im Unterschied von der grauweissen Aponeurose gelbliche Farbe und geht von der unteren Oberfläche des Levators ab, 1—2 mm hinter der Grenze zwischen dem Muskelfleisch und der Aponeurose. Von der davorliegenden Levatoraponeurose kann die Lamelle äusserst leicht isoliert werden, ausser nach der medialen Seite hin, wo der Zusammenhang etwas inniger wird. An die Conjunctiva adhärirt sie fester als an die Aponeurose, kann aber doch ohne grössere Schwierigkeit auch davon lospräpariert werden. Hinter dem Fornix geht sie eine feste Verbindung mit der darunterliegenden C. T. ein. Diese Lamelle, die schon vorher einmal erwähnt worden ist und auf die ich noch weiter unten zurückkomme, ist der

Müllersche obere Augenlidmuskel. Er wird in diesem Zusammenhang nur deshalb erwähnt, weil viele Forscher bei der makroskopischen Präparation übersehen haben, dass die Lamelle eben der Müllersche Muskel ist, und in ihm eine Bindegewebsformation haben erblicken wollen, die oft als ein zum Levator gehöriges Sehnenblatt hat gelten müssen, wodurch die Levatoraponeurose fehlerhaft beschrieben und ihr ein Ansatz zuerteilt worden ist, den sie nicht besitzt.

Es herrscht in der Literatur eine grosse Verwirrung betreffs der vorderen Insertion des Levators, und allerhand Irrtümer sind den Autoren dabei unterlaufen. Nicht selten wird angegeben, dass die Sehne (die Aponeurose) sich an dem orbitalen Rande des Tarsus sup. befestigt; das ist ein erster Irrtum, denn sie setzt sich so an, wie das oben angegeben worden ist, und die Lamelle, die an den Tarsusrand inseriert, ist der Müllersche Muskel. — Sappey und nach ihm andere französische Autoren behaupten, dass der Levator keine andere Ansatzsehne hat als die ebenerwähnte glatte Muskelmembran (den Müllerschen Muskel), die also die unmittelbare und einzige vordere Fortsetzung des roten Muskelbauchs bilden sollte; das ist ein zweiter Irrtum, denn der Levator besitzt eine kräftige Aponeurose, die die kontinuierliche vordere Fortsetzung des Muskelbauchs ausmacht, und die glatte Muskelmembran geht von dessen unteren Seite ab. — Eine gewöhnliche Angabe ist die, dass die Aponeurose des Levators sich längs der Oberfläche in zwei Blätter spalte, die beide sehnigen Charakter hätten; das ist ein dritter Irrtum, denn das sog. hintere (bzw. untere) Sehnenblatt ist der Müllersche Muskel. — Von dem vorderen Blatt (d. h. der Levatoraponeurose) ist gesagt worden, dass es in der Höhe des orbitalen Tarsusrandes sich vollständig in Bündel und Blätter auflöst, die durch den M. orbicularis hindurchgehen, um sich an der Augenlidhaut zu inserieren, so dass zwischen dem genannten Muskel und dem Tarsus sup. nichts anderes als lockeres Bindegewebe vorhanden wäre und die Levatoraponeurose sich nicht am Tarsus befestigte; das ist ein vierter Irrtum, denn die durch die Verschmelzung der Levatoraponeurose und des Septum sup. entstandene Membran setzt sich als eine dünne Lamelle hinab zwischen dem M. orbicularis und der Vorderseite des Tarsus bis zu einer 3—4 mm oberhalb des freien Augenlidrandes gelegenen Linie fort, wo sie sich am Tarsus auch anheftet. Der Hauptsache nach hat Wolff, der auf dieses anatomische Verhältnis eine Operationsmethode gegen Ptosis gegründet hat, recht, wenn er im Gegensatz zu anderen (Elschnig) behauptet hat, dass die Endsehne des Levators sich am oberen Tarsusrande nicht vollständig auflöst, sondern als eine Lamelle sich zwischen Tarsus und M. orbicularis mit Ansatz

am Tarsus hinüberstreckt. — Schliesslich wird so gut wie allgemein von denjenigen Autoren, die überhaupt dem Levator eine Knocheninsertion zusprechen, angegeben, dass der Muskel sich nicht nur an der lateralen, sondern auch an der medialen Orbitalwand inseriert, welche Knocheninsertionen unter der Bezeichnung „faisceaux tendineux“ oder dergleichen beschrieben worden sind; das ist ein fünfter Irrtum, denn teils ermangelt der Muskel jedes direkten Knochenansatzes an der medialen Seite, teils wird seine starke Befestigung an der lateralen Orbitalwand nicht nur durch einen von der Hauptaponeurose getrennten „Fascikel“ vermittelt, sondern kommt dadurch zustande, dass die Aponeurose unter zunehmender Stärke sich bis zur lateralen Orbitalwand ausdehnt und dort sich befestigt. Eine richtige Darstellung hiervon habe ich nur bei H. Virchow gefunden.

Die Scheide des M. lev. palp. sup. Der Levator ist gleich den übrigen Muskeln der Orbita von einer Bindegewebshülle umschlossen, die an der hinteren Hälfte des Muskels jedoch nur aus einem dünnen Perimysium besteht und erst ungefähr an der Mitte des Muskels das Aussehen einer wirklichen Scheide anzunehmen beginnt. Diese, die also nur die vordere Hälfte des Muskels umgibt, nimmt nach vorn hin allmählich an Dicke zu.

Das untere (bulbäre) Blatt der Scheide, das der Mittellinie entlang mit der darunterliegenden Scheide des M. rectus sup. zusammenhängt, verbindet sich am Bulbus mit der C. T. Das Blatt geht ohne markierte Grenze in die oberflächlichste der Lamellen über, in welche die Kapselwand hier gespalten werden kann (Fig. 1). Das obere, auf der orbitalen Oberfläche des Muskels liegende Blatt zeigt ein anderes Verhältnis.

Es bekleidet nämlich den Levator bis zur Vereinigung der Levatoraponeurose mit dem Septum orbitale hin (Figg. 1 u. 7). Da es an dem Äquator des Bulbus anlangt, hat es bereits eine ansehnliche Dicke erreicht. Kurz nachdem es den Äquator passiert hat, wird es aber — am Übergang des Muskels in seine Aponeurose — längs einer Linie, die bogenförmig von Seite zu Seite mit nach hinten gerichteter Konvexität verläuft, plötzlich dünner, so dass hier ein scharfer Absatz entsteht, der an

die Linea Douglasi der Scheide des *M. rectus abdomin.* erinnert (Figg. 1 u. 7). Auf der Aponeurose des Levators besteht die Scheide demnach nur aus einem unansehnlichen Häutchen, das in der Mitte oft nicht als eine zusammenhängende Membran lospräpariert werden kann; nicht selten löst sie sich nach dem Septum hin in eine lockere, der Aponeurose lose ansitzende Schicht formlosen Bindegewebes auf. Dass dieses dünne Häutchen, wie Whitnall (1911) angibt, auch auf der Hinterseite des Septum orbitale bis zum oberen Orbitalrande sollte verfolgt werden können, stimmt nicht mit meiner Erfahrung überein; oft lässt sie sich, wie gesagt, nicht einmal bis zum Septum hin als Lamelle präparieren.

Längs den Seitenrändern des Levators vereinigen sich natürlich das obere und das untere Scheidenblatt miteinander. Vorn über dem Bulbus, wo das untere Blatt durch die C. T. ersetzt wird, geht das obere Blatt nach den Seiten zu in die oberflächlichste Schicht der Kapselwand über.

Die an den Muskelrändern vereinigten Scheidenblätter breiten sich in der Nähe der C. T. in der Weise, wie es oben für die Scheide des oberen geraden Muskels angegeben ist, nach den Seiten hin in zwei flügelähnliche Lamellen aus, die eine an der lateralen und die andere an der medialen Seite. Diese Lamellen, die die entsprechenden Seitenausbreitungen der Rektusscheide decken, haben diffuse Begrenzung und gehen nach vorn zu in die Kapselwand über. Die oberflächlichste Schicht der Kapselwand erscheint daher an der lateralen und der medialen Seite des Levators als kontinuierliche Fortsetzung der Scheide des Levators. Dieser Eindruck wird dadurch verstärkt, dass die Bindegewebsfasern von den Seitenausbreitungen der Levatorscheide aus in die Kapselwand hinein und von da aus weiter auf der lateralen Seite durch das Retinaculum oculi lat. (siehe weiter unten) zur lateralen Orbitalwand hin, auf der medialen Seite durch die oberfläch-

lichste Schicht der Scheide des *M. obliq. sup.* zur Trochlea, zur Orbitalwand neben der Trochlea und zum Septum orbitale an der Hinterseite des *Hornerschen* Muskels verfolgt werden können. Dies stimmt mit dem überein, was oben betreffs des Verlaufs der Fasern von der Scheide des *M. rectus sup.* gesagt worden ist.

Bei der eben gelieferten Beschreibung der Levatorscheide kommt der Levator ganz auf die Aussenseite der *C. T.* zu liegen. Man kann jedoch möglicherweise auch eine andere Betrachtungsweise anwenden. Man könnte nämlich auch den vorderen Teil des oberen Scheidenblattes zur *C. T.* rechnen und sagen, dass der Levator bei seinem Zusammentreffen mit der Kapsel zwar nicht wie die anderen Muskeln die Kapselwand perforiert, aber tangential durch sie unter Abtrennung einer oberflächlichen Schicht hindurchgeht, die auf der oberen Seite des Muskels liegt und nach hinten zu in das obere Scheidenblatt übergeht, während die tiefere Wandpartie an der unteren Seite des Muskels unperforiert bleibt und nach hinten zu mit dem unteren Scheidenblatt zusammenhängt.

Es kann recht gleichgültig sein, welcher dieser beiden Betrachtungsweisen man den Vorzug geben will. Ich habe die erstere vorgezogen, weil das obere Scheidenblatt, wenn es auch an den Seiten mit der Kapselwand zusammenhängt, doch infolge des Dazwischentretens des Levators ziemlich abgesondert von der Kapsel liegt und leicht von ihr abzugrenzen ist. Alle in der Orbita vorhandenen Bindegewebsmembranen und Häutchen können ja nicht zur *C. T.* gerechnet werden, sondern der Kapselwand muss eine periphere Grenze gegeben werden, die sich bei möglichst knapper Bemessung des Gebiets der Kapsel soviel wie möglich an eine natürliche Grenze anschliessen muss. Da nun sowohl bei der Präparation wie an Mikrotomschnitten der Kapselwand in ihrem oberen Umfange eine natürliche Grenzfläche gegen die untere Seite des Levators geboten wird, so scheint es am besten, die Bindegewebslamelle auf der oberen Seite des Levators von der Kapselwand abzurechnen.

Indessen haben sich die Autoren im allgemeinen keiner dieser beiden Betrachtungsweisen angeschlossen, sondern eine dritte angewandt. Die Bindegewebschicht, die über dem Bulbus zwischen Levator und Rectus sup. eingeschoben ist, und die ich in Übereinstimmung mit *H. Virchow* in ihrer Gesamtheit der Kapselwand zugewiesen habe, findet man in der Literatur meistens in eine obere Lamelle, die zu der „unteren Fascie des Levators“, und eine untere Lamelle, die zu der „oberen Fascie des *M. rectus sup.*“ gerechnet wird, und ferner in Zipfel oder Fascikel (*faisceaux*), die die beiden Fascien miteinander verbinden, zerlegt. *Merkel* und *Kallius u. a.*, die

die Sache auf diese Weise sehen, lassen weiterhin diese Fascien mittels Seitenzipfeln sich teils an der lateralen Orbitalwand befestigen, teils auf die Obliquusscheide umlegen und an der Trochlea und der medialen Orbitalwand festsetzen. Huldigt man aber einer derartigen Anschauung, so hat man auf die Möglichkeit verzichtet, der Tenon'schen Kapsel in ihrem oberen Umfange eine natürliche Grenzfläche nach aussen hin zu geben. Die so gefasste „untere Fascie des Levators“ und „obere Fascie des M. rectus sup.“ stehen nämlich in einer solchen Beziehung zur Kapselwand, dass, sofern man auch an der oberen Seite des Bulbus die Kapsel gegen die Umgebung abgrenzen will, ohne eine artifizielle Grenze zu schaffen, man sagen muss, dass die Fascien der beiden fraglichen Muskeln am Eintritt des geraden Muskels in die Kapselwand enden und dass die davor, zwischen dem Levator und dem M. rectus sup., befindlichen Bindegewebsformationen als Teile der Kapselwand zu rechnen sind.

Von der Verbindung zwischen dem M. levator palp. sup. und dem M. rectus sup. ist schon einmal die Rede gewesen, und es wurde darauf hingewiesen, dass diese Verbindung nicht von der festen Beschaffenheit ist, wie das in der anatomischen Literatur allgemein angegeben wird.

Die oben erwähnte dicke Partie des oberen Blattes der Levatorscheide, die an der hinteren Grenze der Levatoraponeurose längs einer bogenförmigen Linie plötzlich dünner wird, so dass es bei unvorsichtigem Präparieren sogar scheinen kann, als ob die Scheide dort mit einem freien vorderen Rande ende, ist parallel der genannten „Linie“ durch ein Bündel quergehender Fasern verstärkt, die seitwärts sich in die Kapselwand fortsetzen, gleichzeitig etwas nach vorn abbiegend, wodurch das Bündel eine mit ihrer Konvexität nach hinten gerichtete Schlinge bildet. An der medialen Seite können die Fasern durch die Obliquusscheide bis zur Trochlea und medialen Orbitalwand verfolgt werden, an der lateralen Seite verschwinden sie in der Kapselwand unter der Tränendrüse, wobei man sie nur ausnahmsweise bis zur lateralen Orbitalwand verfolgen kann. Dieses bogenförmige, in das obere Scheidenblatt des Levators und seitwärts davon in die C. T. eingewobene Faserbündel, das in vielen Fällen sehr deutlich hervortritt, in anderen dagegen

ziemlich undeutlich ist, hat Whitnall (1911) als ein „check ligament“ des Levators betrachtet, in welchem er die wichtigste anatomische Anordnung zur Verhinderung einer zu weit gehenden Kontraktion des Muskels erblickt.

Der Mechanismus soll darin bestehen, dass das Faserbündel — und damit wohl das ganze Scheidenblatt — bei der Kontraktion des Levators in seiner Lage verbleibt, während der Muskel, seine Aponeurose und das damit verbundene Septum orbitale mit sich ziehend, nach hinten unter das Bündel und das Scheidenblatt gleitet. Auf diese Weise muss der Vereinigungswinkel zwischen der Aponeurose und dem Septum schliesslich gegen das durch seine Seitenverbindungen fixierte Faserbündel oder — was dasselbe ist — gegen den vorderen Rand der dicken Scheidenpartie stemmen. Hierdurch soll der fortgesetzten Kontraktion des Levators ein Hindernis entgegengesetzt werden.

Dieses Raisonement erscheint schon von vornherein nicht wenig konstruiert. An meinen Präparaten habe ich mich auch nicht davon überzeugen können, dass eine Möglichkeit für das Faserbündel besteht, in der angegebenen Weise zu funktionieren. Zunächst steht nämlich die Scheide nicht in einer solchen Beziehung zum Muskel, wie der angenommene Mechanismus es voraussetzt.

Wenn die Scheide auch an den meisten Stellen nur verhältnismässig lose mit dem Muskel verbunden ist, so adhärirt sie doch an einigen Stellen nicht unbeträchtlich an demselben. Am stärksten ist die Adhärenz an den Rändern des Muskels, und besonders ist der Zusammenhang längs dem lateralen Rande an der Tränendrüse sehr fest; in mehreren Fällen habe ich beobachtet, dass feine Muskelbündel von diesem Rande in die Scheide ausstrahlen. An dem medialen Rande ist die Adhärenz weniger fest, und nur ausnahmsweise habe ich Muskelfasern dort in die Scheide übergehen sehen. Das obere Scheidenblatt

liegt auch nicht frei auf der oberen Fläche des Muskels; oft sieht man kleinere Muskelbündel in die dicke Scheidenpartie am Äquator des Bulbus übertreten, wodurch der Zusammenhang gestärkt wird. — Hier sei auch erwähnt, dass die dünne, die Aponeurose des Levators bedeckende Partie der Scheide nach den Seiten hin oft mehr oder weniger mit der Aponeurose verwachsen ist. Nach der lateralen Seite hin kann sie zwar bisweilen in Form eines schwachen Bindegewebshäutchens bis zur lateralen Orbitalwand hin isoliert werden, wo sie sich solchenfalls an dem Knochen neben der Knocheninsertion der Aponeurose befestigt.

Infolge der eben angeführten Verhältnisse ist es nicht denkbar, dass der Levator bei seinen Kontraktionen wie eine Fingerschne in seiner Scheide unter dem oberen Scheidenblatt hin und her gleitet, und dass das hierin eingewobene quergehende Faserbündel dabei stationär bleibt. Es ist meine Überzeugung, dass, wie sehr der Levator sich auch kontrahiert, der Vereinigungswinkel zwischen dem Septum orbitale und der Levatoraponeurose nie sich gegen das Bündel anstemmt.

Wäre dem aber auch so, so würde der Levator in seiner Aktion doch kaum dadurch einen Widerstand erfahren. Denn das Septum orbitale ist eine so weiche und nachgiebige Membran, dass in dem Zug der Vereinigungswinkel an dem Bündel bzw. der vorderen Kante der dicken Scheidenpartie nicht gut ein nennenswertes Hindernis für eine ausgiebige Kontraktion des Levators liegen könnte.

Hiermit ist jedoch nicht gesagt, dass dem Bündel jede Bedeutung in dieser Richtung abginge. Ich bin indessen der Meinung, dass der Mechanismus seiner Wirkung ein anderer ist. Zudem finden sich bedeutend kräftigere Hindernisse für eine übertriebene Verkürzung des Muskels als dieses verhältnismässig schwache Faserbündel.

Das grösste Hindernis und ein, kann man wohl sagen,

unüberwindliches Hindernis liegt in der Insertion der Levatoraponeurose an der lateralen Orbitalwand. Ein anderes Hindernis kommt durch die Ausstrahlung der Aponeurose in die Haut des oberen Augenlides und durch ihrem Ansatz an der Vorderseite des Tarsus sup. zustande. Denn die Haut, die die Pars orbitalis des Augenlides bekleidet, gleichwie übrigens die Pars orbitalis in ihrer Gesamtheit kann natürlich in den Sulcus orbitopalpebralis nicht mehr als bis zu einem gewissen Grade hineingezogen worden. Und die Verbindungen, die der Tarsus durch das Lig. papl. med. und lat. mit dem Skelet besitzt, setzen gleichfalls bald seiner Retraktion eine Grenze. Schliesslich dürfte auch die Scheide des Levators zu einer Einschränkung der Verkürzung des Muskels beitragen, da die Scheide einerseits an dem Muskel adhärirt, andererseits durch Vermittlung u. a. der C. T. an der lateralen und medialen Orbitalwand fixiert ist. Dabei wird vielleicht speziell das bogenförmige Bündel gespannt, und so möglicherweise kann dieses als ein „check ligament“ wirken.

Die Retinacula oculi.

Die Capsula Tenoni hat an der lateralen Seite in der Gegend des lateralen Augenwinkels eine starke und wegen ihrer funktionellen Bedeutung sehr beachtenswerte Befestigung an der Orbitalwand selbst; der Zusammenhang wird durch fibröse Bündel und Züge bewirkt, die von der Orbitalwand zur Kapselwand hinüberziehen. Weiter unten besitzt die Kapsel eine andere, schwächere Verbindung mit der Orbitalwand, indem von dem Knochen an der Grenze zwischen der lateralen und der unteren Orbitalwand ein fibröser Strang abgeht, der sich hinter dem Septum orbitale nach dem unteren Umfange der Kapselwand hin erstreckt. Ich fasse diese fibrösen Formationen, die die Kapsel mit der Orbitalwand verbinden, unter dem Namen Retinacula oculi zusammen und nenne nach der Lage

die ersterwähnte Sammlung von Bündeln das *Retinaculum oculi laterale*, den letzterwähnten Strang das *Retinaculum oculi inferius*.

Das *Retinaculum oculi laterale*. Fig. 9, Taf. 3/4 zeigt dessen Insertion an der lateralen Orbitalwand. Wie aus der Figur hervorgeht, liegt die Ansatzstelle hinter und in gleicher Höhe mit der Insertionslinie der Aponeurose des Levators. Für die Beschreibung kann man die bogenförmig gestaltete Insertionsfläche in drei Abschnitte teilen, die miteinander zusammenhängen.

Der unterste Abschnitt beginnt am unteren Ende der Insertionslinie der Levatoraponeurose, also etwa 3 mm hinter dem lateralen Orbitalrande, und verläuft 4—5 mm gerade nach hinten und horizontal; die Insertion liegt 12—14 mm unterhalb der *Sutura zygomatico-frontalis* und, auf die Körperoberfläche projiziert, 2—4 mm unterhalb des lateralen Augenwinkels. — Der mittlere Abschnitt steigt vom hinteren Ende des ersten an aufwärts nahezu vertikal und in einer Ausdehnung von 7—8 mm. — Von dort aus geht der dritte und oberste Abschnitt in der Richtung nach vorn ab, sich etwas nach oben ziehend, und endet in kurzem Abstand von und in gleicher Höhe mit dem oberen Ende der Insertionslinie der Levatoraponeurose (Fig. 9). Dieser Abschnitt ist nur 2—3 mm lang; er liegt ein wenig unterhalb der *Sutura zygomatico-frontalis*, und sein hinteres Ende befindet sich 8—11 mm hinter dem lateralen Orbitalrande.

Von dieser bogenförmigen Insertionsfläche an der lateralen Orbitalwand aus gehen die Fasern, aus denen das *Retinaculum laterale* zusammengesetzt ist, medialwärts nach der lateralen Kapselwand hin. Diese erreichen sie in der Gegend des Äquators des Bulbus und verleiben sich dort ihr ein (Fig. 2, r. o. l.). Da die laterale Kapselwand sich nur in 2—3 mm Abstand von der Innenseite der lateralen Orbitalwand befindet, hat das *Retina-*

culum, dessen Fasermasse in einer vertikalen Höhe von ca. 1 cm sich zwischen den beiden Wänden ausspannt, in frontaler Richtung nur geringe Ausdehnung (Fig. 2).

Man darf sich nun nicht vorstellen, dass das Retinaculum — wie die davorliegende Levatoraponeurose — aus einer nach seiner orbitalen Insertionsfläche geformten Lamelle von homogen, ligamentöser Struktur besteht. Die Faserbündel sind nicht dicht verkittet wie in einem Ligament, sondern mehr locker verbunden und hier und da durch sich zwischenschiebende Fettlappen voneinander geschieden. Dies ist besonders bei den Bündeln der Fall, die der mittleren Partie des Retinaculums angehören, während die untere und die obere Partie, die von dem unteren bzw. oberen Abschnitt der Insertionsfläche entspringen, einen dichteren Bau aufweisen. Das Verhältnis ist in der die Insertionsfläche wiedergebenden Figur (Fig. 9) dadurch angedeutet, dass die Fläche nach unten und nach oben durch eine ausgezogene Linie, in der Mitte aber durch kurze Striche und Punkte markiert worden ist. Da die mittlere Partie ausserdem stets schwächer entwickelt ist als die beiden anderen Partien und bisweilen bedeutend reduziert sein kann, so tritt das Retinaculum in gewissen Fällen als zwei ligamentöse Bildungen von grösserer oder geringerer Selbständigkeit hervor. H. Virchow hat auch hiernach die Bindegewebsformation in zwei Ligamente geteilt, das „Lig. capsulare inf. und sup.“ In der Regel ist jedoch meiner Erfahrung nach der Zusammenhang innerhalb der Bindegewebsmasse ein solcher, dass eine in dieser Weise vorgenommene Einteilung meistens willkürlich wird; und oft ist sie ganz undurchführbar.

Man kann aber nach einem anderen Grunde dieses Retinaculum in verschiedene Portionen einteilen, nämlich nach dem Destinationsort der Fasern. Nachdem die Fasern nach ihrem kurzen extrakapsulären Verlauf in die Kapselwand eingetreten sind, entziehen sie sich nicht sofort dem Blicke, sondern können

noch kürzere oder längere Strecken hin verfolgt werden. Man findet, dass sie drei verschiedene Wege einschlagen. Und in Übereinstimmung hiermit können in dem Retinaculum laterale drei Portionen unterschieden werden, eine Pars superior, eine Pars media und eine Pars inferior.

Die Pars superior umfasst den obersten Teil des Retinaculums und erreicht die Kapselwand in dem oberen lateralen Quadranten dicht oberhalb des oberen Randes des M. rectus lat. Von dort aus gehen die Fasern durch die Kapselwand in der Richtung medialwärts und nach hinten weiter und verschwinden in den lateralen Seitenausbreitungen der Scheiden der Mm. levator p. s. und rectus sup.; diese Fasern sind bereits im vorhergehenden bei Gelegenheit der Seitenausbreitungen der Muskelscheiden erwähnt worden. — Die Pars media besteht aus Faserbündeln, die nach hinten zu bis zum äusseren Blatt der Scheide des M. rectus lat. verfolgt werden können. Das Retinaculum lat. liegt in gleicher Höhe mit dem M. rectus lat.; die mittleren Bündel treffen die Tenonsche Kapsel etwas vor dem Kapselschlitz für diesen Muskel und biegen von dort nach hinten ab durch die Kapselwand zu dem orbitalen Blatt der Muskelscheide hin. — Die Pars inferior ist die übrigbleibende, unterste Partie des Retinaculums. Ihre Fasern treten in die Kapselwand im unteren lateralen Quadranten unmittelbar unterhalb des unteren Randes des M. rectus lat. ein und sind gewöhnlich eine kürzere oder längere Strecke in die Wand der Kapsel hinein zu verfolgen, wo sie in frontaler Richtung in der Gegend des Äquators des Bulbus verlaufen und sich oft noch sichtlich in die Kapselschicht zwischen M. obliq. inf. und M. rectus inf. hinein erstrecken. Es ist offenbar dieser Teil des Retinaculums im Verein mit der mächtigen unteren Kapselwand, den Lockwood (1885) vor Augen gehabt hat, als er unter der Benennung „the suspensory ligament of the eye“ ein Ligament beschrieb, das wie eine

Schlinge sich von der lateralen Wand der Orbita nach der medialen, in der Mitte in die C. T. eingewoben, erstrecken soll. Eine wichtige Aufgabe des Ligaments soll es unter anderem sein, den Bulbus zu tragen, und dies soll dadurch ermöglicht werden, dass das Ligament an seinem medialen wie an seinem lateralen Ende Knocheninsertion habe. Lockwood gibt nämlich an, dass das Ligament an der medialen Seite sich am Os lacrimale befestigt. Indessen ist eine solche mediale Knocheninsertion nicht vorhanden, und aus diesem Grunde schon kann der Mechanismus der Aufhängung des Bulbus nicht der von Lockwood angenommene sein.

Die Einteilung des Retinaculum laterale in eine Pars superior, eine Pars media und eine Pars inferior fällt der Hauptsache nach mit der Dreiteilung der orbitalen Insertionsfläche zusammen, die bei der Beschreibung dieser letzteren befolgt worden ist. Jedoch nicht immer vollständig. Denn die Pars media, die wesentlich von dem mittleren Teile der Insertionsfläche her kommt, kann am oberen oder unteren Rande Beiträge von Fasern erhalten, die von dem oberen oder unteren Teil der Insertionsfläche ausgehen.

Das Retinaculum oc. lat. besteht überwiegend aus collagenen Fasern. Es enthält auch elastische Fasern, aber doch nur spärlich.

Bisweilen findet man, dass die laterale Orbitalwand an der Insertionsstelle der Levatoraponeurose und des Retinaculum oculi lat. ein wenig uneben und rauh ist, oder dass sie sich dort zu einer schwachen Tuberosität ausbuchtet, die in seltenen Ausnahmefällen sich recht beträchtlich über die umliegende Knochenfläche erhebt. Dies steht ohne Zweifel in Zusammenhang damit, dass der Levator und das Retinaculum hier sich an dem Knochen ansetzen. In der Mehrzahl der Fälle ist jedoch die Insertionsstelle nicht auf diese Weise markiert, sondern die Orbitalwand ist daselbst glatt und eben.

Das *Retinaculum oculi inferius*. Dieses hat die Form eines ca. 15 mm langen und 3—4 mm breiten Bandes (Fig. 8, Taf. 3/4). Von dem lateralen unteren Orbitalrande aus verläuft es unmittelbar hinter dem *Septum orbitale* in hauptsächlich medialer Richtung nach dem unteren Umfange der C. T. hin, den es am vorderen Rande des *M. obliq. inf.* an dessen Kreuzung mit dem *M. rectus inf.*, erreicht. Das Band liegt so, dass es eine obere und eine untere Seite und einen vorderen und einen hinteren Rand hat. Der vordere Rand liegt dem *Septum orbitale* an und ist mit ihm entweder durch eine feste Adhärenz oder auch nur durch lockeres Bindegewebe vereinigt; der nach hinten sehende Rand wie auch die obere und die untere Seite stossen direkt an das umgebende Orbitalfett an.

Der laterale Ansatz des Bandes liegt an der lateralen Orbitalwand unmittelbar hinter dem Orbitalrande, 11—14 mm unterhalb des lateralen Augenwinkels (Fig. 9). Die Insertion hat die Form einer kurzen Linie, die vom Orbitalrande aus horizontal nach hinten in einer Ausdehnung verläuft, die der Breite des Bandes daselbst entspricht, also 2—4 mm. In gewissen Fällen, wo das Band nur locker mit dem *Septum* verbunden ist, reicht die Insertionslinie nicht an den Orbitalrand heran, sondern beginnt einen oder ein paar Millimeter dahinter.

Von dieser Knocheninsertion aus verläuft das *Retinaculum* in medialer Richtung, sich dabei etwas nach hinten und auch aufwärts ziehend, zum unteren Umfange der C. T. hin. Das Band vereinigt sich mit der Kapselwand unter und an dem vorderen Rande des *M. obliq. inf.* am Orte der Kreuzung mit dem *M. rectus inf.*, wo die Fasern in die beiden Schichten der Kapselwand übergehen, in welche diese durch den ersterwähnten Muskel hier gespalten wird. Einige Fasern strahlen auch in den vorderen Rand der dünnen Scheide des *M. obliq. inf.* aus, wodurch die Scheide an diesem Rande etwas verstärkt wird.

Das *Retinaculum* wechselt an Länge zwischen 13 und

17 mm. Die Breite variiert gleichfalls. Meistens ist das Band schmaler am Orbitalursprung als am Eintritt in die Kapselwand, so dass es mehr oder weniger die Form eines Dreiecks mit lateralwärts gerichteter abgeschnittener Spitze erhält. Wo es wohlentwickelt ist, misst sein orbitales Ende 3—4 mm an Breite, sein kapsuläres 5—6 mm. In anderen Fällen ist das Band jedoch bedeutend schmaler, und ausnahmsweise kann die Breite die Dicke so wenig übersteigen, dass das Retinaculum mehr das Aussehen eines runden Stranges als das eines platten Bandes hat.

Das Retinaculum und der mediale Teil des *M. obliq. inf.* mit Scheide bilden zusammen einen querstehenden fibro-muskulösen Bogen von asymmetrischer Form, dessen Enden, den Knocheninsertionen des Bandes und des Muskels entsprechend, auf dem Boden der Orbita neben dem Orbitalrande mit einem gegenseitigen Abstände von 20—27 mm stehen (Fig. 8). Die Ebene des Bogens, die mit der davor befindlichen orbitalen Partie des *Septum orbit. inf.* zusammenfällt, steht nicht vertikal, sondern schräg, indem sie nach oben und hinten geneigt ist. Der Bogen wird asymmetrisch dadurch, dass der fibröse Schenkel 3—4 mm länger ist als der muskulöse. Sowohl der Bogen als das Retinaculum allein bilden anatomische Anordnungen, die in funktioneller Hinsicht eine gewisse Bedeutung haben dürften; hierüber mehr im folgenden.

Wie das Retinaculum lat. besteht auch das Retinaculum inf. aus collagenen Fasern mit eingemischten elastischen Elementen.

Die C. T. entbehrt einer den eben beschriebenen Retinacula oculi entsprechenden Verbindung mit der medialen Orbitalwand. An der medialen Seite hat die Kapsel nämlich keinen anderen nennenswerten Zusammenhang mit dem Knochen

als den, der durch das Lig. palpebrale med. und die prä-trochleare Scheide des M. obliq. sup. vermittelt wird.

Die Beziehungen der Tränendrüsen zu dem Bindegewebsapparat.

In den anatomischen Handbüchern werden sehr dürftige Daten über die Beziehungen geliefert, die zwischen der unteren Tränendrüse, besonders ihrer unteren Fläche, und der Umgebung bestehen. Die gewöhnliche Angabe lautet dahin, dass die Glandula lacrimalis inf. über dem Fornix conjunctivae in dem oberen lateralen Quadranten liegt. Da aber die Drüse in sagittaler Richtung eine Ausdehnung von ca. 10 mm hat, erhält man durch diese Angabe allein keine klare Vorstellung von den topographischen Beziehungen der Drüse.

Der hintere Rand der Drüse liegt bis zu 7—8 mm hinter dem Fornix, ihr vorderer Rand verläuft 2—3 mm vor und ungefähr parallel dem Fornix (Fig. 10, Taf. 5/6). Hinter dem Fornix ruht die Drüse auf der C. T. und vor dem Fornix auf der Membran, die durch die Verschmelzung der Pars palpebralis der Kapsel mit der Conjunctiva palpebralis entsteht. Die Drüse ist von der Aponeurose des Levators und in dem medialen Teile, der mit einer vorderen Spitze bis zur Nähe des vertikalen Meridians des Bulbus reicht, auch von einer Portion des unter der Levatoraponeurose liegenden M. tarsalis sup. bedeckt.

Nach der lateralen Seite hin ragt die Drüse in einen Recessus hinab, von dessen Lage, Wänden und Form man sich leicht durch Zuhilfenahme der Figg. 2 u. 9 eine Vorstellung machen kann. Der Recessus liegt nämlich derjenigen Fläche der lateralen Orbitalwand an, die nach vorn hin von der Insertionslinie der Levatoraponeurose und nach unten und hinten von der Insertionsfläche des Retinaculum oculi lat. begrenzt wird (Fig. 9). Die Wand des Recessus besteht demnach

(Fig. 2): nach vorn hin aus der Aponeurose des Levators; nach hinten zu aus dem mittleren Teil des Retinaculum oc. lat., das schwach ausgebildet sein kann, wobei dann die hintere Wand unvollständig wird; lateralwärts aus der Orbitalwand bzw. dem Periost daselbst; medianwärts aus der Kapselwand nach aussen von der Sehne des M. rectus lat.; endlich nach unten hin aus der Pars inferior retinaculi. Nach oben zu ist die Wand nie völlig geschlossen, sondern es findet sich dort eine spaltförmige Öffnung, die nach vorn hin von dem lateralen hinteren Rande der Aponeurose des Levators und nach hinten zu von der Pars sup. retinaculi oc. lat. begrenzt wird (vgl. Fig. 9); durch diese Öffnung geht die untere Tränendrüse in die obere Tränendrüse über. Die Form und Grösse des Recessus geht aus den Figuren hervor. Der Boden des Recessus liegt gewöhnlich einen oder ein paar Millimeter tiefer als der laterale Augenwinkel; so weit erstreckt sich auch die untere Tränendrüse.

Die Glandula lacrimalis sup., die durch den Spalt in der Decke des genannten Recessus mit der Gland. lacrim. inf. zusammenhängt, ruht nach vorn hin auf der Levatoraponeurose bzw. deren unansehnlicher Scheide und nach hinten zu auf der C. T. sowie neben der Orbitalwand auch auf der Pars sup. des Retinac. oc. lat. Die Drüse dringt, wie bereits oben erwähnt, mit einem lateralen Ausläufer in einen Recessus hinab, der nach vorn von dem Recessus der Gland. lacrim. inf. liegt, und über dessen Lage gleichfalls die Figg. 2 u. 9 Auskunft geben. Man hat sich dabei in Fig. 9 das Septum orbitale als von dem Orbitalrande vor der Ansatzlinie der Levatoraponeurose abgehend zu denken. Im übrigen braucht nur daran erinnert zu werden, dass das Septum und die Levatoraponeurose, die die vordere und hintere Wand des Recessus bilden, sich miteinander vereinigen (Figg. 1 u. 7), und dass die Vereinigung neben der Orbitalwand am unteren Ende der Insertionslinie

der Aponeurose liegt; neben der Orbitalwand selbst kann die Vereinigung auch ausbleiben, wobei dann der Recessus im Boden nicht geschlossen ist, sondern sich nach unten zu öffnet.

Es wird in der anatomischen Literatur hier und da von der Kapsel der Tränen-drüse gesprochen. Ich kann jedoch nicht finden, dass die Tränen-drüse von einer zusammenhängenden, geschlossenen Membran umgeben ist, die als eine Kapsel sie von der Umgebung abgrenzt. Der hintere Teil der orbitalen Oberfläche der oberen Tränen-drüse ist zwar von einer Lamelle bedeckt, die am medialen Rand der Drüse mit der C. T. oder mit der Scheide des Levators zusammenhängt und nach der lateralen Seite hin sich an dem Periost der Orbitalwand ca. 10 mm oberhalb der Pars sup. retinaculi oc. lat. befestigt. Diese Lamelle aber löst sich sowohl nach vorn als nach hinten bald in formloses Bindegewebe auf, weshalb nur ein kleinerer Teil der Drüse davon bekleidet wird. Im übrigen liegt die Drüse ohne irgend eine sich dazwischenschiebende Kapselwand in direkter Berührung mit dem Orbitalfett und anderen umgebenden Geweben (C. T., Levatoraponeurose mit Scheide sowie Retinaculum oc. lat.). — Bekanntlich gehen vom Dache der Orbita aus eine Menge kurzer Bindegewebsbündel in zerstreuter Anordnung vertikal hinab zur oberen Oberfläche der Drüse und verschmelzen mit dem Bindegewebsstroma derselben (Lig. suspensorium glandulae lacrimalis Sömmerringi).

Die „faisceaux tendineux“ s. „Fascienzipfel“ der Autoren.

Im vorhergehenden sind sämtliche Bildungen, die den orbitalen Bindegewebsapparat konstituieren, erwähnt worden. Es gibt nicht um den Bulbus herum andere, von mir noch nicht beschriebene fibröse Formationen, von denen sich denken liesse, dass sie den Sehnenfascikeln oder Fascienzipfeln der Autoren

entsprechen. Die anatomische Unterlage für diese Ausdrücke muss folglich in dem Bindegewebsapparat gesucht werden, dessen einzelne Teile durch die oben gegebene Beschreibung dem Leser bekannt sind.

Es sei von vornherein gesagt, dass einige der beschriebenen Fascikel in keiner Form anzutreffen sind. Von anderen gilt, dass sie zwar nicht als „Fascikel“, d. h. in der von den Autoren ihnen zugesprochenen Form existieren; das gegenseitige Verhältnis zwischen den einzelnen Teilen des Bindegewebsapparates lässt aber verstehen, wie die Autoren, bei der anatomischen Präparation von gewissen physiologischen Vorstellungen beherrscht, in dem Apparat „Fascikel“ und „Zipfel“ der von ihnen beschriebenen Anordnung haben sehen können. Schliesslich gibt es einen Fascikel — eigentümlicherweise haben ihn jedoch die meisten Forscher übersehen — der der Hauptsache nach ein anatomisches Verhältnis darbietet, wie ein paar Autoren es beschrieben haben.

Ich denke bei diesem letzteren Fascikel an das fibröse Band, das von mir „Retinaculum oc. inf.“ genannt worden ist.

Diese Bindegewebsformation ist von Motais und Sappey und nach ihnen von Testut unter der Bezeichnung „l'aileron du muscle petit oblique“ beschrieben worden. Motais hat von ihr eine Beschreibung geliefert, die mit der meinigen ziemlich übereinstimmt. Sappeys Darstellung weicht dagegen wesentlich und vor allem dadurch ab, dass er das Band lateralwärts zur Fissura orbit. inf. hingehen und von der glatten Muskulatur daselbst kontraktile Elemente aufnehmen lässt. Das Band befestigt sich indessen stets in einigem Abstände von der Fissur, kommt somit nicht mit dem die Fissur ausfüllenden Gewebe in Berührung und kann keine glatte Muskulatur von dort erhalten. Bei mikroskopischer Untersuchung habe ich gefunden, dass das Band glatter Muskelzellen entbehrt.

H. Virchow hat unter der Bezeichnung „die septale Brücke“ einen frontal gestellten, bogenförmigen Bindegewebsstrang beschrieben, dessen laterale Hälfte dem fraglichen Bande entspricht. Virchow lässt das Band nicht mit seinem medialen Ende am mittleren Teile des vorderen Randes des M. obliq. inf. aufhören, sondern längs dem genannten Muskelrande bis zum Ursprunge des schrägen Muskels vom Orbitalboden weitergehen. Die Brücke, die so zustande kommen soll, verstärkt nach Virchow die mittlere

Partie des Septum orbit. inf. oder bildet einen Ersatz derselben, da das Septum unterhalb der Brücke schwach und nach Virchow bisweilen sogar fehlend ist. Man kann jedoch nicht recht verstehen, wie eine solche fibröse Brücke imstande sein sollte, das Septum zu verstärken, viel weniger denn zu ersetzen, da sie ja ihm nur längs einer bogenförmigen Linie anliegt. Dass sie dem Septum eine gewisse Stütze verleihen könnte, lässt sich zwar denken; es ist jedoch schwer einzusehen, wozu eine derartige Stütze dienen sollte, und es ist wohl auch am wahrscheinlichsten, dass die Brücke, in der Ausdehnung, wie sie existiert, im wesentlichen eine andere Aufgabe hat.

Ich habe nun indessen nicht finden können, dass das Band eine Brücke bildet. Wenn dasselbe von der lateralen unteren Orbitalwand her die Tenonsche Kapsel an der Kreuzung zwischen dem M. rectus inf. und dem gleichnamigen M. obliq. erreicht, strahlen freilich einige Fasern in den vorderen Rand der Scheide des letztgenannten Muskels aus, die Anzahl dieser Bindegewebsfasern ist aber weder an und für sich noch im Verhältnis zu sämtlichen in dem Bande enthaltenen Fasern gross genug, um als Hauptfortsetzung des Bandes angesehen werden zu können, wodurch diesem Brückenform verliehen würde. Das Band erstreckt sich als einheitliche Masse nur bis zum mittleren Teil des M. obliq. inf., von wo aus seine Fasern nach verschiedenen Richtungen weitergehen. Nicht allein, sondern zusammen mit dem medialen Teil des M. obliq. inf. selbst nebst Scheide bildet es einen Bogen von der Form ungefähr wie der von Virchows „septaler Brücke“ (Fig. 8).

Merkel und Kallius scheinen das Dasein des Bandes leugnen zu wollen. Ich habe aber das Retinaculum oc. inf. in sämtlichen Fällen (14 Orbiten) angetroffen, wo ich danach gesucht habe, und zwar stets in derselben, oben beschriebenen typischen Anordnung. Diese Verbindung zwischen der C. T. und der Orbitalwand ist daher meines Erachtens konstant.

Von Fascikeln, die nicht existieren oder jedenfalls sich nicht in der von den Autoren angegebenen Form vorfinden, die sich aber unschwer künstlich präparieren lassen, sind in erster Linie die zwei zu erwähnen, die dem M. rectus lat. und med. zuerteilt worden sind. Es sind diese beiden Fascikeln, die zuerst (von Zinn) beschrieben worden sind, und bezüglich deren die Auffassung am wenigsten variiert hat. Das eine Fascikel soll vom M. rectus lateralis oder von dessen Scheide zur lateralen Orbitalwand hinziehen, das andere in gleicher Weise vom M. rectus med. oder von dessen Scheide zur medialen Orbitalwand hin. Selbständige fibröse Bildungen mit den genannten Verbindungen gibt es nicht. Bei einer raschen Präparation aber kann man leicht einen solchen Eindruck erhalten, da durch Kombination verschiedener Teile des Bindegewebsapparates und ihre Dislokation aus normaler Lage der Scheide entstehen kann, als lägen Fascikel des angegebenen Verlaufes wirklich vor.

Fig. 2 zeigt, wie es möglich ist, zu einer solchen Auffassung zu gelangen. Der Orbitalinhalt ist mittels eines durch die *Mm. recti lat. et med.* gelegten Durchschnitts gespalten worden, und die präparierte untere Schnittfläche ist dem Beschauer zugewandt. Man sieht, wie das äussere Blatt der Scheide des *M. rectus lat.*, die davor liegende Partie der Wand der *C. T.* und weitest nach vorn das *Retinaculum oc. lat.* zusammen einen fortlaufenden Bindegewebsstrang bilden, der den *M. rectus lat.* mit der Orbitalwand verbindet. Dass dieser Bindegewebsstrang aus drei verschiedenen Bildungen zusammengesetzt ist und demnach keine einheitliche Formation darstellt, kann nun leicht der Aufmerksamkeit deswegen entgehen, weil die Grenzen zwischen den einzelnen Bestandteilen nicht scharf markiert sind.

Das äussere Blatt der Muskelscheide geht ohne Lippenbildung kontinuierlich in die Kapselwand über. Daher kann es, wenn die „innere Lippe“ nicht berücksichtigt wird, den Anschein haben, als wenn die Scheide an der Aussenseite des Muskels weiter nach vorn sich erstreckt und dadurch auch eine Partie umfasst, die in Wirklichkeit der Kapselwand angehört. Wenn ferner die Scheide mit dem Muskel einem Zug nach hinten ausgesetzt wird, wird der Winkel zwischen der mit der Scheide verbundenen Kapselwand und dem *Retinaculum* verstrichen und die drei Bildungen (Scheide, Kapselwand und *Retinaculum*) liegen in ein und derselben geraden Linie (Fig. 2). Wenn daher das orbitale Scheidenblatt an seiner oberen und seiner unteren Kante lospräpariert wird, und wenn gleichzeitig aus der Kapselwand die zwischen der Kapselinsertion der Scheide und deren des *Retinaculum*s belegene und der Breite des Scheidenblattes entsprechende Partie isoliert wird, so erhält man natürlich einen fibrösen Strang, der als ein freies Fascikel den *M. rectus lat.* mit der lateralen Orbitalwand verbindet; wird das äussere Scheidenblatt nicht von dem inneren lospräpariert, so kann man möglicherweise ein Fascikel erhalten, das statt dessen von der Scheide des Muskels auszugehen scheint. Es dürfte aber klar sein, dass das Fascikel in dem einen wie in dem anderen Falle eine künstliche Bildung ist, die durch Vereinigung von Material von drei verschiedenen Seiten her erhalten worden ist, nämlich von der Muskelscheide, von der Kapselwand und von dem *Retinaculum oc. lat.* her. Im Zusammenhang hiermit haben die Autoren manchmal den Irrtum begangen, dieselbe Gewebsbildung in verschiedene Bindegewebsformationen eingehen zu lassen, nämlich an einer Stelle der Darstellung als Teil des „*faisceau tendineux ext.*“, an einer anderen als Teil der Muskelscheide bzw. der *C. T.*

Dass diese Deutung des lateralen Fascikels — wie derselbe von vielen Autoren beschrieben worden — richtig ist, geht unter anderem aus den Angaben hervor, die in der Literatur betreffs seiner Grösse angetroffen werden. *Motais*, der exakte Masse liefert, gibt die

Breite des Fascikels zu 7—8 mm und die Länge, gerechnet vom hintersten Punkt der Adhärenz des Fascikels am Muskel bis zur Knocheninsertion, zu 18—20 mm an. Diese Masse stimmen gut mit der Breite und Länge des lateralen „Fascikels“ überein, das durch die oben angegebene Kombination und Dislokation verschiedener Teile des Bindegewebsapparates erhalten wird. Auch der Verlauf, den der Fascikel nach Motais u. a. nimmt, bestätigt die Deutung. Nach Motais soll nämlich der Fascikel von hinten nach vorn ziehen mit einer geringen Deviation nach aussen, so dass es fast in der Richtung des Muskels verläuft. — Meine Deutung lässt sich allerdings schwer mit dem Aussehen in Einklang bringen, das der Fascikel in den Textfiguren in einigen anatomischen Handbüchern französischer Autoren (Tillaux, Testut, Testut et Jacob) aufweist. Aber sowohl der laterale als auch der mediale Fascikel hat dort eine Stärke und einen Verlauf erhalten, die vollständig irreführend sind. Es dürfte nicht gelingen, selbst artifiziell solche kräftigen und fast frontal verlaufenden Fascikel herzustellen, wie man sie in diesen Figuren den M. rectus lat. und med. mit der Orbitalwand verbinden sieht (Tillaux 1887: Fig. 71, S. 163; Testut 1899: Fig. 327, S. 470 und Fig. 329, S. 472; Testut et Jacob 1905: Fig. 288, S. 393).

Da die fibröse Gewebsmasse, die ich als Retinaculum oc. lat. bezeichne, im mittleren Teil oft schwach entwickelt ist, erklärt es sich, wie Merkel und Kallius dazu gekommen sind, dem M. rectus lat. zwei „Fascienzipfel“ zuzuweisen, einen oberen und einen unteren. — Von den meisten Autoren ist übrigens nicht das ganze Retinaculum in den Fascikel des M. rectus lat. eingerechnet worden. Demselben sind stets die Pars media und meistens auch die Pars inf. retinaculi zugeteilt worden, während die Pars sup. oft anderswohin gerechnet worden ist.

Durch das, was oben über die Scheiden der geraden Augenmuskeln mitgeteilt worden ist, erhält die alte Streitfrage bezüglich des hinteren Ursprunges des „Fascikels“ und seines histologischen Charakters ihre Beleuchtung. Da der „Fascikel“, wie er von vielen Autoren beschrieben wird, nicht nur Teile des Retinaculum oc. lat. und der Kapselwand, sondern ausserdem auch das orbitale Blatt der Scheide des lateralen Rectusmuskels umfasst, so kann er ja nicht von der Muskelscheide abgehen (Sappey u. a.), sondern muss, in Übereinstimmung mit der Beziehung der Scheide zu dem Muskel, wesentlich seinen Ursprung von dem Muskel selbst nehmen. — Da kleinere quergestreifte Muskelbündel von dem Muskel her sich zu dem Scheidenblatt gesellen, so könnte man ja meinen, dass der artefakte „Fascikel“ auch sehnige Gewebelemente enthalten muss. Diese musculo-tendinösen Bündel bilden jedoch nur einen verschwindenden Bruchteil sowohl des Fascikels als des Muskels, weshalb die anatomische Anordnung und Struktur wenig korrekt dadurch

wiedergegeben wird, dass man sagt, der gerade Muskel teile sich nach vorn hin in zwei Portionen oder Sehnen, von denen die eine sich an der Sclera, die andere an der Orbitalwand befestigt (Cruveilhier u. a.). Der Wahrheit am nächsten in diesem Punkte kam bereits Tenon, wenn er in dem „Fascikel“ eine Mischung von gewöhnlichem fibrösem Gewebe und Sehnenelementen erblickte und zur Bezeichnung dessen sich des Ausdrucks „faisceau tendineux“ bediente. Auch Tenon irrte sich indessen in der Hauptsache selbst, denn ein isolierter Fascikel vom M. rectus lat. oder von dessen Scheide zur lateralen Orbitalwand hin existiert von Natur nicht. — Die glatte Muskulatur, die nach Sappey in dem vorderen Teil des lateralen „Fascikels“ liegen soll, wird im nächsten Abschnitt behandelt werden.

Was oben von dem lateralen Fascikel gesagt worden ist, gilt in den bezüglichlichen Teilen auch von dem Fascikel, der dem M. rectus med. zugeteilt worden ist. Dieser Fascikel ist durch Kombination des orbitalen Blattes der Scheide des medialen geraden Muskels und der davor liegenden dicken Kapselpartie, die nach vorn sich bis zum Boden des Tränensees hin erstreckt, erhalten worden (Fig. 2). Ein solcher künstlicher „Fascikel“ entbehrt jedoch einer Befestigung an der Orbitalwand, da eine dem Retinaculum oc. lat. entsprechende Bildung an der medialen Seite nicht vorhanden ist, und er steht nur indirekt in Verbindung mit der Orbitalwand, nämlich durch das Lig. palpebr. med., den Horner'schen Muskel und das Septum orbitale an der Hinterseite des letztgenannten Muskels (Fig. 2).

Die Autoren haben jedoch allgemein den „Fascikel“ sich direkt an der Orbitalwand befestigen lassen, und zwar am Tränenbein, hinter oder an der Crista lacrimalis posterior. Dies erklärt sich daraus, dass sie die Gewebsformation, die von H. Virchow und mir zur medialen Kapselwand gerechnet worden ist, die für sie aber den vorderen Teil des „Fascikels“ gebildet hat, irrtümlicherweise sich an dem Knochen selbst hinter dem Horner'schen Muskel haben befestigen lassen.

Zu einer solchen Auffassung kann man möglicherweise gelangen, wenn nach minder genauer Präparation ein Zug nach hinten am M. rectus med. ausgeübt wird. Der künstliche „Fascikel“ wird hierbei gedehnt, und es kann aussehen, als ob er sich nach vorn hin an der obenerwähnten Stelle der medialen Orbitalwand befestigte. Es ist das aber nur scheinbar so. Und die scheinbare Knocheninsertion entsteht durch Dislokation des Horner'schen Muskels und der dahinterliegenden Partie des Septum orbitale. Normalerweise verläuft dieser Muskel und das Septum von dem Ursprung am Tränenbein aus nicht transversal nach aussen, sondern nach vorn und aussen, so dass ein keilförmiger, von Fett und Bindegewebe ausgefüllter Raum zwischen dem Septum an der medialen und der C. T. an der lateralen Seite vorhanden ist (Fig. 2). Durch den Zug

am M. rectus med. wird diese normale Topographie gestört, so dass der Horner'sche Muskel und das Septum nunmehr von ihrem Ursprunge an der medialen Orbitalwand aus in einer Richtung mehr oder weniger nach hinten verlaufen und der Winkel zwischen Septum und Kapselwand mehr oder weniger verstrichen wird. Hierdurch kann es den Anschein erhalten, als bilde das Septum hinter dem Horner'schen Muskel die unmittelbare Fortsetzung der medialen Kapselwand, und als inseriere sich diese letztere direkt an dem Tränenbein hinter der Crista lacrimalis posterior. In Wirklichkeit wird jedoch die Verbindung durch das dislozierte Septum und den Horner'schen Muskel bewirkt. Zu einem geringen Teile wird vielleicht der Zusammenhang durch schwache Bindegewebszüge vermittelt, die von der Kapsel und der Muskelscheide aus durch das Orbitalfett hindurch zur medialen Orbitalwand und zum Septum ziehen, diese Bindegewebszüge haben aber weder eine solche Stärke noch eine so feste Verbindung mit der Orbitalwand, dass eine Knocheninsertion der Kapsel bzw. der Scheide dadurch zustande kommt. Der M. rectus med. hat mithin noch weniger als der M. rectus lat. einen durch einen isolierten „Fascikel“ vermittelten, direkten Zusammenhang mit der Orbitalwand.

Ebensowenig findet man isolierte Fascikel für die Mm. recti sup. et inf.

Da der M. rectus sup. von dem M. levator p. s. bedeckt wird, kann ja nicht, wie einige französische Autoren behauptet haben, der erstgenannte Muskel oder seine Scheide einen Fascikel nach oben zum Orbitaldach hin entsenden. Bei dem M. rectus inf. gibt es zwar kein derartiges mechanisches Hindernis für die Abgabe eines Fascikels an den Orbitalboden, ein solcher Fascikel existiert aber auch hier nicht; der Raum zwischen dem Muskel und dem Orbitalboden ist lediglich von Fett ausgefüllt, das sich leicht von dem Orbitalboden ablöst.

Die Beziehungen zwischen dem M. rectus sup. und dem M. levator p. s. haben oben ihre Darstellung gefunden. Der Fascikel, den einige Forscher von dem vorderen Teil des Rectusmuskels oder von seiner Scheide nach dem Levator oder nach dessen Scheide oder nach dessen Aponeurose oder in das obere Augenlid hinein haben ziehen lassen, wird auf Sagittalschnitten vorgetäuscht durch die Schichtung der Kapselwand in ihrem oberen Umfange im Verein mit dem Umstande, dass der Müller'sche obere Augenlidmuskel unmittelbar hinter dem oberen Fornix an der Kapselwand adhärirt. Ebenso kann ein Fascikel als vom M. rectus inf. bzw. von dessen Scheide nach dem Septum orbitale inf. oder nach dem unteren Augenlid hinziehend durch den Umstand vorgetäuscht werden, dass der M. obliq. inf. an der Kreuzung mit dem M. rectus inf. die Kapselwand und das orbitale Scheidenblatt des M. rectus inf. spaltet (vgl. Fig. 1). Isolierte Fascikel finden sich weder an der ersteren noch an der letzteren Stelle.

Auch können als solche nicht die indirekten Verbindungen betrachtet werden, die der *M. rectus sup.* mit der lateralen und medialen Orbitalwand hat, und die von *Merkel, Motais u. a.* als ein lateraler und ein medialer Zipfel oder Fascikel von der Fascie dieses Muskels aus beschrieben worden sind. Der sog. laterale Fascienzipfel ist aus der lateralen Seitenausbreitung der Scheide des *M. rectus sup.* sowie Teilen der Kapselwand und der *Pars sup. retinaculi oc. lat.* zusammengesetzt; der sog. mediale Fascienzipfel aus der medialen Seitenausbreitung der Muskelscheide, der Kapselwand und der mittleren Schicht der prätrochlearen Scheide des *M. obliq. sup.* Da, wie oben erwähnt, Bindegewebsfasern von der lateralen bzw. medialen Orbitalwand aus durch die genannten Bildungen nach den Seitenausbreitungen der Scheide des oberen geraden Muskels hin verfolgt werden können, so ist es begreiflich, wie man Fascienzipfel oder Sehnenfascikel hat finden können, die den *M. rectus sup.* mit der lateralen und medialen Orbitalwand verbinden. Einheitliche und selbständige Formationen werden diese „Fascikel“ jedoch erst durch die Präparation.

Die Fascienzipfel, die die Autoren (*Schwalbe, Merkel und Kallius, Testut*) von den Scheiden der geraden Augenmuskeln nach den Fornix conjunctivae haben gehen lassen, scheinen aus der *Tenon*schen Kapselwand herauspräparierte Züge zu sein, die künstlich aus ihrem Zusammenhange mit der Kapselwand gelöst worden sind. Doch dürfte es schwer sein, Fascienzipfel zu erhalten, die von den Muskelscheiden nach dem Fornix selbst hinziehen. Die Muskelscheiden stehen zwar in Verbindung mit der Conjunctiva, meines Erachtens aber nicht mit der *Conjunctiva fornicis*, sondern mit der *Conjunctiva oculi* und der *Conjunctiva palpebrarum*. Diese Verbindung wird nun indessen nicht durch isolierte Fascikel, sondern durch die *C. T.* vermittelt. Der Zusammenhang wird nämlich dadurch bewirkt, dass die *C. T.* einerseits mit den Muskelscheiden, andererseits durch ihre *Pars subconjunctivalis* und *Pars palpebralis* mit der *Conjunctiva* zusammenhängt (Figg. 1 u. 2). Somit ist der Zusammenhang nicht auf die den geraden Augenmuskeln entsprechenden Teile der *Conjunctiva* beschränkt, sondern umfasst den *Conjunctivalsack* in seinem ganzen Umkreise. — Rechnet man den Tränensee mit der Karunkel zum Fornix, so ist es richtig, dass die Scheide des *M. rectus med.* mit dem Fornix conj. selbst in Verbindung steht, nämlich durch Vermittlung der medialen Kapselwand (Fig. 2).

Die „Fascienzipfel“ des *Levators* (*Merkel und Kallius u. a.*) bestehen aus einem Konglomerat unanalysierter fibröser Bildungen. Der laterale „Zipfel“ besteht ganz vorn aus der lateralen Partie der an der lateralen Orbitalwand sich ansetzenden Aponeurose des *Levators*. Ein anderer unbedeutender Bestandteil ist die dünne vordere Fortsetzung des orbitalen Scheidenblattes des *Levators*, das in einigen Fällen bis zur Insertion an der Orbitalwand verfolgt und

von der Aponeurose lospräpariert werden kann; dieser Teil entspricht am ehesten der Bezeichnung „Fascienzipfel“, ihm kann aber wegen seiner geringen Stärke keine funktionelle Bedeutung beigegeben werden. Nach hinten zu ist der laterale „Zipfel“ in gleicher Weise zusammengesetzt wie der entsprechende „Fascienzipfel“ des *M. rectus sup.*; er ist also aus der lateralen Seitenausbreitung der Scheide des Levators sowie einem Teile der Kapselwand und der *Pars sup. retinaculi* oc. lat. herauspräpariert. — Der mediale „Zipfel“ des Levators ist durch Kombination der medialen Seitenausbreitung der Muskelscheide, der Kapselwand und der oberflächlichsten Schicht der prätrochlearen Scheide des *M. obliq. sup.* erhalten worden.

Was *Tenon* und andere ältere französische Forscher veranlasst hat, unter der Bezeichnung „*ailes ligamenteuses*“ fibröse Bildungen neben den „*faisceaux tendineux*“ zu beschreiben, kann ich nicht recht verstehen.

Aus allem, was hier und im vorhergehenden mitgeteilt worden ist, dürfte hervorgehen, dass, wenn die Autoren um den Bulbus herum eine grosse Anzahl von den geraden Augenmuskeln oder ihren Scheiden abgehender und nach verschiedenen Seiten verlaufenden Fascikel oder Fascienzipfel isoliert haben, dies nur dadurch geschehen können, dass die membranöse Bildung, die ich als die Wand der *Tenon* schen Kapsel beschrieben habe, mehr oder weniger in kleinere Portionen zerteilt worden ist. Was dabei zurückgeblieben ist, hat man dann allein die Kapsel repräsentieren lassen. Da nun bei diesem Verfahren der grösste Teil der fibrösen Gewebsschicht in der Umgebung des Äquators des Bulbus den „Fascienzipfeln“ zugewiesen wurde, so musste die Kapselwand daselbst, wie *Merkel* und *Kallius* sich ausdrücken, „ein ungemein dünnes Häutchen“ werden, „dessen Nachweis Schwierigkeiten machen kann“. Man kann hinzufügen, dass, wenn die Zerlegung hinreichend weit getrieben wird, der Nachweis der Kapselwand unmöglich wird, da dann nichts mehr übrigbleibt, woraus sie hervorpräpariert werden könnte.

Will man nicht die *C. T.* streichen, sondern die Kapsel behalten, und zwar mit einer nicht nur herauspräparierbaren und völlig deutlichen, sondern auch natürlichen und nicht will-

kürlich begrenzten Wand, so gibt es keinen anderen Ausweg, als die fibröse Gewebsmasse, die den Bulbus umschliesst und ihn von dem Orbitalfett trennt, in toto in die Kapselwand aufgehen zu lassen; denn diese Gewebsmasse bildet eine, an gewissen Stellen zwar blätterig gebaute, im übrigen aber kontinuierlich zusammenhängende Hülle. Dadurch wird es einerseits nicht schwer, die Kapselwand um den Äquator des Bulbus herum — zwischen den Kapselschlitzten und dem Fornix — nachzuweisen, denn sie erhält dort ihre dickste Partie, andererseits aber wird das Material für die Herstellung von „Fascienzipfeln“ dahin reduziert, dass solche mit von den Autoren beschriebener Anordnung nicht erhalten werden können. Unter solchen Umständen sind es folglich die Fascienzipfel, die gestrichen werden müssen.

Ich habe es vorgezogen, die letztere Alternative zu wählen. Dass dies das Einfachste ist, dürfte, wenn nicht auf den ersten Blick hin, so doch bei näherem Zusehen zugegeben werden. Meiner Ansicht nach, und wie ich das auch dargestellt habe, besteht der peribulbäre Bindegewebsapparat ganz einfach aus: 1. der Tenonschen Kapsel, die sich nach vorn von dem Fornix conjunctivae teils unter der Conjunctiva oculi in einer dünnen Lamelle fortsetzt, teils nach den Augenlidern hin eine schwache Ausstrahlung entsendet, die mit der Conjunctiva palpebralis verschmilzt; 2. Muskelscheiden, durch welche die Augenmuskeln mit der C.T. verbunden werden; und 3. den *Retinacula oculi laterale et inferius*, durch welche die C.T. an der lateralen Orbitalwand fixiert wird. Es dürfte unvergleichlich leichter sein, sich von diesem Bindegewebsapparat ein Bild zu machen als von einem solchen, der mit einer Menge „Fascienzipfel“ ausgerüstet ist.

Wendet man sich dem Präparat zu und versucht man mit eigener Hand die fibrösen Formationen um den Bulbus hervorzupräparieren, so zeigt es sich, dass ein Bindegewebsapparat

der hier beschriebenen Anordnung seinen Hauptzügen nach verhältnismässig leicht zu finden ist, während es auf beträchtliche Schwierigkeiten stösst, die vielen Fascienzipfel der Autoren in der von ihnen angegebenen Form hervorzupräparieren; wozu kommt, dass die letztere Präparation betreffs der Tenonschen Kapsel darin resultieren kann, dass die Kapselwand in der Gegend des Äquators des Bulbus geradezu verschwindet.

Schliesslich mag betont werden, dass — wie unten gezeigt werden wird — der peribulbäre Bindegewebsapparat in der von mir beschriebenen einfacheren und, wie ich meine, naturgetreueren Form völlig ebenso befriedigend wie die „Fascikel“ bzw. „Fascienzipfel“ diejenigen physiologischen Erscheinungen zu erklären vermag, denen man eben in diesen Fascikeln eine anatomische Unterlage hat geben wollen. Es existieren damit für die anatomische Zerstückelung einer in Wirklichkeit einheitlichen Gewebsschicht unter artifizieller Abtrennung einer Menge selbständiger Fascikel oder Fascienzipfel auch keine physiologischen Gründe.

Aus den angeführten Gründen stimme ich H. Virchow darin bei, dass der Begriff „Fascienzipfel“ zu streichen ist. Das Wesentliche, das bei einer objektiven Präparation von allen „Fascienzipfeln“ und „faisceaux tendineux“ übrigbleibt, und das nicht besser anderen Teilen des Bindegewebsapparates zuzuweisen ist, besteht aus den beiden Verbindungen, die die C. T. mit der lateralen Orbitalwand teils dicht unterhalb der Sutura zygomatico-frontalis, teils weiter unten am Übergange zur unteren Wand besitzt. Diese beiden Verbindungen werden durch Bindegewebsformationen bewirkt, die in direkte Relation weder zu den Augenmuskeln selbst noch — im grossen und ganzen — zu ihren Scheiden treten, weshalb die Benennungen „faisceaux tendineux“, „Fascienzipfel“ u. dgl. für sie ungeeignet sind. Da sie von grosser Bedeutung für die Befesti-

gung des Auges und für die Begrenzung seiner Bewegungen sind, habe ich für sie die funktionelle Bezeichnung *Retinacula oculi* mit der Lagebestimmung *laterale* und *inferius* gewählt.

4. Einige Betrachtungen über die Physiologie des Bindegewebsapparates.

Die Befestigung des Bulbus. Der Bewegungsmechanismus des Bulbus pflegt mit einem Gelenk, einem Kugelgelenk, verglichen zu werden; der Bulbus ist der Gelenkkopf und die Tenonsche Kapsel ist die Gelenkpfanne.

Wie aber die Anatomie des Bindegewebsapparates und eine einfache Überlegung zeigen, leidet diese Analogisierung an vielen Mängeln. Und strenggenommen besteht nur die Ähnlichkeit, dass, wie der Gelenkkopf in einer Arthrodie um sein Centrum rotiert, auch der Bulbus in allen Richtungen um einen — praktisch genommen — festen Punkt gedreht werden kann. Die physikalischen Bedingungen für die arthrodische Bewegung sind indessen in den beiden Fällen keineswegs von gleicher Natur. Die Tenonsche Kapsel verhält sich in mechanischer Hinsicht nicht wie eine Gelenkpfanne.

In einem Gelenk sind die Gelenkflächen des Kopfes und der Pfanne vollständig voneinander isoliert. Der Kopf kann in Bewegung versetzt werden, ohne dass dieselbe Bewegung auf die Pfanne übertragen wird; gewöhnlich ist es ja so, dass die Pfanne entweder still steht oder sich in entgegengesetzter Richtung wie der Gelenkkopf dreht. Mit anderen Worten: der Gelenkkopf rotiert in der Gelenkpfanne.

So verhält sich nicht die C. T. Motais hat an Leichen experimentell gezeigt, dass die Kapsel bei den Rotationen des Bulbus nicht stehen bleibt, sondern dass sie, gleichwie in abnehmendem Grade auch das umliegende Orbitalfett, dem Bulbus

in seinen Bewegungen folgt. Die klinische Erfahrung besagt dasselbe. Ophthalmologen (Hellgren u. a.) und Röntgenologen (Holm) haben beobachtet, dass in die Orbita eingedrungene, ausserhalb des Bulbus, aber in dessen Nähe befindliche Fremdkörper bei den Bewegungen des Auges trotz der extraokulären Lage nicht still liegen, sondern grössere oder kleinere Exkursionen in derselben Richtung wie der nächste Teil des Bulbus machen. Hieraus geht hervor, dass sowohl die Kapsel als das angrenzende Orbitalfett mit dem Bulbus verschoben werden. Motais' Experimente und die klinische Erfahrung haben indessen zugleich gezeigt, dass die Exkursionen der Kapsel kleiner sind als die des Bulbus. Der Bulbus rotiert demnach sowohl mit als in der Kapsel.

Es ist leicht aus den anatomischen Verbindungen der Kapsel zu verstehen, dass dieselbe bei den Rotationsbewegungen des Bulbus sich auf die angegebene Weise verhalten muss. Einerseits befestigt sich ja die Kapsel am Bulbus, und zwar sowohl am hinteren Pol rings um die Eintrittsstelle des Sehnerven herum als auch am vorderen Pol durch Vermittlung der *Conjunctiva oculi* rings um den *Cornealrand* herum, und ausserdem ist die Innenseite der Kapsel allerorts, wo nicht die Augenmuskeln dazwischenliegen, durch das Gewebe des *Tenon*ischen Raumes mit der äusseren *Scleraloberfläche* verbunden. Dadurch muss der Bulbus die Kapsel mit sich ziehen. Ferner stehen die Augenmuskeln — hauptsächlich durch ihre Scheiden — in so festem Zusammenhang mit der Kapsel, dass diese direkt durch die Kontraktionen jener beeinflusst werden muss. Durch all dies erklären sich die Begleitbewegungen der Kapsel; und dass die umliegende Fettschicht bei der Verschiebung der Kapsel nicht stationär bleiben kann, folgt aus ihrem intimen Zusammenhang mit der Kapselwand. Dass die Kapsel andererseits in ihren Bewegungen nicht sozusagen gleichen Schritt mit dem Bulbus hält, sondern zurückbleibt, beruht auf ihren Verbin-

dungen mit der Umgebung und in erster Linie auf den Verbindungen mit den Wänden der Orbita (Retinacula oculi, prä-trochleare Scheide des M. obliq. sup., Lig. palpebr. med.). Diese Verbindungen streben danach, die Kapsel in unbeweglicher Lage festzuhalten. Die Gesamtwirkung ist daher die, dass die Kapsel sich gleichzeitig und in derselben Richtung wie der Bulbus, aber in geringerem Grade als dieser bewegt. Dass dies geschehen kann, ohne dass Gewebszerreissungen eintreffen, beruht auf dem Reichtum des peribulbären Bindegewebsapparates an elastischen Elementen mit der dadurch bei den einzelnen Teilen bedingten Dehnbarkeit.

Die Tatsache, dass die C. T. mit dem Bulbus rotiert, bildet indessen nicht den einzigen und auch nicht den wichtigsten Unterschied zwischen der Kapsel und der Pfanne eines Kugelgelenks. Wichtiger ist, dass die Kapsel weder allein wie die Gelenkpfanne, noch auf dieselbe Weise wie diese die Aufgabe erfüllt, eine Dislokation des Rotationscentrums des eingeschlossenen Körpers zu verhindern.

Die Pfanne bildet im Kugelgelenk die Stütze, gegen die sich der Gelenkkopf stemmt, während er seine aktiven Bewegungen ausführt. Die Gelenkpfanne und sie allein ist es, die in dem Gelenk die Verschiebung des Rotationscentrums verhindert — wir sehen hierbei von solchen speziellen Vorrichtungen ab, die erforderlich sein können, um den Kopf in der Pfanne festzuhalten — und dadurch werden die Bewegungen des Gelenkkopfes, unabhängig von der Richtung der wirksamen Kraft, reine Rotationsbewegungen.

Böte die Kapsel in dieser Hinsicht volle Analogie mit der Gelenkpfanne dar, so müsste sich der Bulbus bei den Kontraktionen der geraden Augenmuskeln gegen die hinteren Teile der Kapselwand stützen. Die Kapselwand ist aber auf der Hinterseite des Bulbus so schwach und nachgiebig, dass von ihr kein nennenswerter Widerstand gegen einen daselbst aus-

geübten Druck erwartet werden kann. Wenn der Bulbus durch die Kontraktion eines der geraden Augenmuskeln mit grösserer Kraft als in der Ruhe gegen den Boden der Schale gepresst wird, die von der C. T. austapeziert wird, so kann es unmöglich die daselbst dünne und unansehnliche Kapselwand sein, die den Druck trägt, sondern der Widerstand muss in dem hinter der Kapsel befindlichen Bett gesucht werden, das vor allem von dem Orbitalfett gebildet wird.

Indessen ist Grund zu der Vermutung vorhanden, dass der Druck gegen die retrobulbären Gewebe bei den Bewegungen des Bulbus nicht wesentlich grösser ist als bei dessen Ruhe. Diese Gewebe, die bei der Kontraktion der geraden Augenmuskeln den Widerstand gegen die Retraktion des Bulbus etwa liefern sollen, sind kompressibel und besitzen auch die Möglichkeit, bis zu einem gewissen Grade dem Druck auszuweichen. Die Folge der Muskelkontraktion müsste unter solchen Verhältnissen daher die sein, dass das Rotationscentrum des Bulbus eine gewisse Verschiebung erführe. Eine nennenswerte Verschiebung kommt aber nicht vor; es ist ja nachgewiesen, dass der Bulbus um einen — im ganzen genommen — festen Punkt rotiert. Ausserdem müsste, wenn die Bewegungen des Bulbus unter grösserer Friktion gegen die hinteren Teile der Kapsel abliefen, die Kapselwand dadurch in diesen Teilen, statt dünn und schwach, dick und kräftig werden; das ist aber nicht der Fall. Unter solchen Umständen scheint die Annahme erlaubt, dass der Bulbus während seiner Rotationsbewegungen nicht mit vermehrter Kraft gegen dahinterliegende Gewebe gepresst wird. Der Komponente der geraden Augenmuskeln, die danach strebt, den Bulbus zu retrahieren, muss durch eine mechanische Vorrichtung anderer Art als die, welche ein Gelenk charakterisiert, entgegengewirkt werden.

Meines Erachtens spielen die hinteren Teile der C. T. keine Rolle in mechanischer Hinsicht. Auch nicht für den Lymph-

strom, da, wie im vorhergehenden nachgewiesen worden, dem Tenonschen Raume nicht der Charakter eines in einen supravaginalen Raum mündenden Lymphsackes zuerkannt werden kann. Im Vorbeigehen sei da bemerkt, dass die Frage, wo und wie die C.T. nach hinten zu endet — eine Frage, die von den Autoren so verschieden beantwortet worden ist — von recht untergeordneter Bedeutung ist.

Kann nun aber auch die Kapsel nicht einer Gelenkpfanne gleichgestellt werden, und sind auch ihre hinteren Teile funktionell ziemlich bedeutungslos, so bildet die Kapsel doch einen sehr wichtigen Teil des Bewegungsapparates des Auges.

Da die Bewegungen des Bulbus — dieselben wie die des Gelenkkopfs eines Kugelgelenkes — um ein Centrum herum ausgeführt werden, das innerhalb der Orbita nicht disloziert wird, da aber andererseits diese scheinbare Arthrodie einer Gelenkpfanne entbehrt, so muss diese durch einen Mechanismus anderer Art ersetzt sein. Ein Bestandteil dieses Mechanismus, durch den der Bulbus in Ruhe und bei Bewegung fixiert wird, ist nun die C.T. Wie ist denn der Mechanismus zusammengesetzt, durch welchen das Auge in seiner Lage gehalten wird?

Das Auge ist durch das Zusammenwirken mehrerer anatomischer Faktoren in dem Orbitaleingang aufgehängt und in situ festgehalten. Da einige von diesen für den Mechanismus in physiologischem Zustande von geringerer Bedeutung sind, können sie zunächst eliminiert gedacht werden, wodurch der Mechanismus auf eine verhältnismässig einfache Formel zurückgeführt werden kann.

Die einfache Formel des Aufhängungsmechanismus lautet: der Bulbus wird von in vier verschiedenen Richtungen wirkenden Kräften angegriffen, die von ihm in der Horizontalebene derart ausstrahlen, dass eine von den Kräften den Bulbus nach hinten, eine andere ihn nach vorn, die dritte nach der medialen

und die vierte nach der lateralen Seite hin zu ziehen strebt. Da diese Kräfte einander im Gleichgewicht halten, muss es geschehen, dass der Bulbus zwischen den Kräften mit fixiertem Rotationscentrum hängen bleibt.

Die anatomische Unterlage dreier von diesen Kräften ist leicht zu finden. Die nach hinten ziehende Kraft rührt von den vier geraden Augenmuskeln, die nach vorn ziehende von den beiden schrägen und die medianwärts strebende sowohl von den geraden als den schrägen Muskeln her. Die Kraft, die von den *Mm. recti* entwickelt wird, ist bekanntlich nicht sagittal nach hinten gerichtet, sondern nach hinten und medianwärts. Sie lässt sich auf bekannte Weise in zwei Komponenten zerlegen, deren eine, die grössere, in sagittaler Richtung nach hinten wirkt, während die andere in die Frontalebene fällt und medianwärts gerichtet ist. In gleicher Weise lässt die Kraft, die von den zwei *Mm. obliqui* repräsentiert wird, und die ja nach vorn und medianwärts gerichtet ist, sich in zwei Komponenten zerlegen, die eine in der Sagittalebene nach vorn, die andere in der Frontalebene medianwärts ziehend. Damit sind drei von den in dem Schema angebrachten Kräften nachgewiesen.

Das aus diesen drei Kräften bestehende System würde, wenn es allein wirkte, den Bulbus gegen die mediale Orbitalwand ziehen. Eine Äquilibration kann demnach nicht durch die alleinige Wirkung der Augenmuskeln zustande kommen. Hierzu ist eine vierte, nach der lateralen Orbitalwand hin strebende Kraft unumgänglich notwendig. Eine solche Kraft ist nun auch vorhanden, sie ist anatomisch in der festen Verbindung der Tenonschen Kapsel mit der lateralen Orbitalwand gegeben. Es ist mit anderen Worten die Spannung des *Retinaculum oculi laterale* (das *Retinac. oc. inf.* spielt hierbei eine geringere Rolle), die die vierte Kraft darstellt, und der die wichtige Aufgabe zufällt, das Gleichgewicht in

dem aus muskulären Kräften zusammengesetzten System herzustellen.

Da das Retinaculum aus Bindegewebe besteht und muskulöser Elemente entbehrt, so würde dasselbe, wenn es wie die Augenmuskeln sich direkt am Bulbus befestigte, die Bewegungen des Bulbus hindern. Daher ist das Retinaculum mit dem Bulbus in der Weise verbunden, dass es sich an einem mächtigen Bindegewebsring ansetzt, der seinerseits den Bulbus in der Äquatorialebene umschliesst. Da nun der Bulbus bis zu einem gewissen Grade in diesem Ringe rotieren kann, wird es dem Retinaculum möglich, derjenigen Komponente der Kraft der Augenmuskeln, die den Bulbus medianwärts zu verschieben strebt, entgegenzuwirken, ohne dass der Bulbus in seinen Rotationsbewegungen gehindert wird. Der Ring, der einen notwendigen Bestandteil des Mechanismus darstellt, ist natürlich die Capsula Tenoni. Jedoch nicht die ganze Kapsel, sondern nur ihr mittlerer, in der Gegend des Äquators des Bulbus belegener Teil. Der Ring entspricht mit anderen Worten der verdickten Kapselpartie, die den Bulbus vom Fornix conjunctivae an bis ein Stück hinter dem Äquator umschliesst. Und die mächtige Entwicklung der Kapselwand daselbst dürfte wenigstens teilweise in Causalzusammenhang mit den eben erwähnten, an den fraglichen Teil der Kapselwand gestellten mechanischen Ansprüchen zu bringen sein.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass der untere Orbitalrand von der Ursprungsstelle des *M. obliq. inf.* bis zu einem Punkt 3—4 mm unterhalb des lateralen Augenwinkels und der obere Orbitalrand in gleicher Weise von der Trochlea des *M. obliq. sup.* bis zur Sutura zygomatico-frontalis reseziert werden könnte, ohne dass der Eingriff eine direkt nachteilige Einwirkung auf die Lage und die Bewegungen des Bulbus ausüben würde. Dagegen würde eine Resektion des Orbitalrandes in der Gegend des lateralen Augenwinkels, wenn sie bis zu solcher

Tiefe vorgenommen würde, dass das Retinaculum oculi lat. seines Knochenansatzes beraubt würde, unmittelbar zu schweren Störungen in der genannten Hinsicht führen.

Birch-Hirschfeld (1907) u. a. (Purtscher, Shoemaker, Causé) haben geltend machen wollen, dass eine durch Kontusion verursachte Schädigung des peribulbären Bindegewebsapparates („Zerreissung oder Abreissung aller oder einzelner Fascienbänder“) eine wesentliche Rolle bei der Entstehung des traumatischen Enophthalmus spielen sollte. Es scheint, als ob Birch-Hirschfeld eine Stütze für diese Hypothese in dem Umstande sehen wollte, dass die unteren und die unteren medialen Teile der Orbita in solchen Fällen meistens den Angriffspunkt des Traumas bilden sollen. Nach Birch-Hirschfeld soll nämlich der orbitale Bindegewebsapparat leicht einer Schädigung bei Läsion (Infraktion, Fraktur) besonders des unteren Teiles des medialen Orbitalrandes ausgesetzt sein.

Hierzu kann bemerkt werden, dass eine Läsion, die sich auf den genannten Teil des Orbitalrandes beschränkt, den peribulbären Bindegewebsapparat unberührt lassen wird, und nicht gut zu einem Enophthalmus in anderer Weise als durch Abreißen des M. obliq. inf. führen kann, eine Beschädigung, die, den Symptomen nach zu urteilen, indessen nicht bei traumatischem Enophthalmus vorzukommen pflegt. Derjenige Teil des Orbitalrandes, dessen Läsion eine solche Schädigung des Bindegewebsapparates selbst nach sich ziehen könnte, dass als Folge davon ein Zurücktreten des Bulbus sich denken liesse, ist der laterale Rand am Knochenansatz des Retinaculum oc. lat. Folglich liegt in der Lokalisation des gewöhnlichsten Angriffspunktes des Traumas keinerlei Stütze für die Hypothese der Entstehung des traumatischen Enophthalmus als Folge einer durch Kontusion hervorgerufenen Schädigung des peribulbären Bindegewebsapparates. Eher noch spricht sie dagegen.

Der Tonus und die Elastizität der Augenmuskeln und der Widerstand des Retinaculum oc. lat. dürften nun die wichtigsten Faktoren für die Befestigung des Bulbus ausmachen. Hinzu kommen aber bekanntlich einige andere unterstützende Momente.

Im oben behandelten Kräftesystem hat, wenn sämtliche Augenmuskeln sich in Ruhe oder in demselben Kontraktionszustand befinden, von den in der Sagittalebene wirkenden Kräften die nach hinten ziehende Kraft ein Übergewicht über die nach vorn gerichtete, infolgedessen der Bulbus, wenn diese Kräfte sich allein überlassen wären, nach hinten bis zu einem Punkt gezogen werden würde, wo durch geänderte Spannungsverhältnisse Gleichgewicht zwischen den Kräften einträte. Diesen Punkt erreicht die Verschiebung indessen nicht.

Denn dem Übergewicht der geraden Augenmuskeln wird teils dadurch entgegengewirkt, dass sie fest mit der C. T. verbunden sind und mithin auch gegen die Verbindungen der Kapsel mit dem Skelet (Retinac. oc. lat., prätrochleare Scheide des M. obliq. sup. und Lig. palp. med.) zu arbeiten haben, teils auch durch andere Momente und vor allem dadurch, dass das Orbitalfett der nach vorn gerichteten, schwächeren Muskelkraft mit einer *vis a tergo* zu Hilfe kommt. Wenn diese letztere Kraft durch weniger reichliche Entwicklung des Orbitalfettes oder durch infolge der Abmagerung des Individuums eingetretene Reduktion desselben schwach ist, sinkt das Auge bekanntlich zurück und wird tiefliegend.

Im übrigen bildet das den Bulbus auf allen Seiten ausser nach vorn umgebende Fett für das Auge gleichsam ein mit weichen Wänden versehenes Futteral, das dazu beiträgt, seiner Lage Festigkeit zu verleihen.

Natürlich ist es nicht nur das Orbitalfett, das propulsierend auf den Bulbus wirkt, sondern dasselbe tut der ganze hinter dem Bulbus liegende Orbitalinhalt. Eine solche Wirkung kommt

so ausser dem Fett besonders den Blutgefässen zu, die schon physiologisch durch Volumveränderungen imstande sind, die Lage des Bulbus zu verändern, was aus den bekannten pulsatorischen und respiratorischen kleinen Veränderungen der Prominenz des Bulbus oder aus der Protrusion desselben bei Anwendung der Bauchpresse hervorgeht.

Andererseits können sowohl die Gefässe als die Nerven (der Sehnerv) auch der Vorschiebung des Bulbus entgegenwirken, es ist hierin aber ein retrahierender Faktor zu sehen, der keine Rolle unter normalen Verhältnissen spielt, sondern in Wirksamkeit erst dann treten kann, wenn der Bulbus aus irgend einem Anlass eine übertrieben protrahierte Lage einzunehmen droht.

Fast das gleiche kann von den in demselben Sinne wirkenden Augenlidern gesagt werden. Normalerweise bei offenem Auge, wenn der *M. orbicularis oculi* nicht kontrahiert ist, üben sie auf den Bulbus nur einen höchst unbedeutenden Druck aus, wovon man sich leicht dadurch überzeugen kann, dass man sie von dem Bulbus abhebt. Da die Bewegungen des Auges auch hierbei völlig tadellos ablaufen, scheint kaum ein Sinn in der von *Motais* ausgesprochenen und auch von anderen vertretenen Idee zu liegen, dass die mit *Conjunctiva* ausgekleideten Augenlider es seien, die die wirkliche Gelenkpfanne des Bulbus bilden. — Unter den repulsierenden Faktoren ist schliesslich auch der äussere Luftdruck zu beachten.

Die Frage, ob die glatte Muskulatur in der Orbita irgend eine Bedeutung für die Befestigung des Auges besitzt, und ob sie in irgend einer Richtung dessen Lage zu beeinflussen vermag, wird im nächsten Abschnitt einer Erörterung unterzogen werden.

Natürlich ist der Mechanismus für die Fixierung des Auges derselbe, ob das Auge sich in Ruhe oder in Bewegung befindet.

Da die Augenmuskeln einen solchen Verlauf zum Rotationscentrum des Bulbus haben, dass Drehungsmomente entstehen,

muss eine Komponente der Kraft, die von Muskeln in Aktion entwickelt wird, danach streben, den Bulbus in Rotation zu versetzen. Hierbei wird der Bulbus ausser durch die andere Komponente durch sämtliche übrigen Kräfte fixiert, die dem Obigen gemäss an der Aufhängung des Bulbus teilnehmen. Auf diese Weise geschieht es, dass die Augenmuskeln bei ihren Kontraktionen den Bulbus in rein rotierende Bewegung setzen. Nicht wird, wie man auf gewisser Seite gemeint hat, die Bewegung um einen festen Punkt rotierend dadurch, dass die Zugrichtung des Muskels durch die Einwirkung eines „Fascikels“ verändert wird, denn eine derartige Änderung der Zugrichtung — wenn sie nun durch die Vermittlung des Bindegewebsapparates wirklich eintritt, was sehr zweifelhaft sein dürfte — kann natürlich nicht zu einer Fixierung des Rotationscentrums führen, sondern als einzigen Effekt in der betreffenden Hinsicht nur haben, dass der Muskel danach strebt, den Bulbus in eine andere Richtung wie vorher zu verschieben.

Die Beschränkung der Bewegungen des Bulbus, die die Autoren seit Hélie und Cruveilhier im wesentlichen auf die „Fascikel“ bzw. „Fascienzipfel“ bezogen haben, findet leicht ihre Erklärung in dem von mir beschriebenen Bindegewebsapparat, obwohl Fascikel in traditioneller Form dort fehlen.

Der Hemmungsmechanismus für die sechs zum Bulbus ziehenden Muskeln ist nach einem gemeinsamen Schema aufgebaut. Dieses besteht darin, dass die Muskeln fest mit der dickwandigen, den Äquator des Bulbus gürtelförmig umschliessenden Partie der C. T. vereinigt sind, und dass dieser Gürtel andererseits mit den Wänden der Orbita verbunden ist. Ich erinnere daran, dass der Zusammenhang mit der Kapsel für die geraden Augenmuskeln wesentlich durch die Muskelscheiden bewirkt wird, für den M. obliq. sup. in erster Linie durch die Bündel, die von der Obliquussehne zur Scheiden- und Kapsel-

wand hin abgehen, und für den *M. obliq. inf.* durch die Adhärenz, die der Muskel bei seinem langen Laufe durch die Kapselwand mit derselben bildet, sowie dass die Verbindung der Kapsel mit den Wänden der Orbita der Hauptsache nach durch die *Retinacula oculi lat. et inf.*, die prätrochleare Scheide des *M. obliq. sup.* und das *Lig. palp. med.* vermittelt wird.

Im einzelnen gestaltet sich der Hemmungsmechanismus für die verschiedenen Muskeln folgendermassen (vgl. Figg. 2 u. 8):

Der *M. rectus lat.* wird in seiner Aktion durch die mit der Kontraktion zunehmende Spannung seiner Scheide, der Kapselwand und des *Retinac. oc. lat.* gehemmt. — Der *M. rectus sup.* durch Spannung der Scheide, der Kapselwand sowie des *Retinac. oc. lat.* und der prätrochlearen Obliquusscheide. — Der *M. rectus med.* durch Spannung der Scheide, der Kapselwand und des *Lig. palp. med.* Da die Kapselwand hieselbst nach vorn hin fest mit dem Boden des Tränensees verbunden ist, nimmt diese Kapselpartie, wenn sie durch kräftige Kontraktion des *M. rectus med.* oder durch Retraktion des Muskels nach Tenotomie nach hinten gezogen wird, den Boden des Tränensees mit sich (Fig. 2). Dies ist die Erklärung für die bei starker Adduktion des Auges eintretende temporäre Einsenkung der Karunkel und für die permanente Einsenkung derselben, die nach Tenotomie des *M. rectus med.* als ein entstehendes Andenken an eine sonst vielleicht gelungene Operation zurückbleiben kann. — Der *M. rectus inf.*, der durch seine Scheide und die Kapselwand mit dem von dem *M. obliq. inf.* und dem *Retinaculum oc. inf.* gebildeten Bogen verbunden ist (Fig. 8), wird in seiner Kontraktion vor allem durch diesen muskulo-fibrösen Bogen und ausserdem durch das *Retinaculum oc. lat.* beschränkt. — Eine übertriebene Verkürzung des *M. obliq. sup.* wird auf zwei Wegen verhindert: teils durch die prätrochleare Scheide, die Kapselwand und das *Retinaculum lat.*, teils, worauf Merkel hingewiesen hat, durch die posttrochleare Scheide, da diese nach hinten zu ziemlich fest an dem Muskel adhäriert und nach vorn sich an der Trochlea befestigt. — Der *M. obliq. inf.* schliesslich wird durch Dehnung der Kapselwand und der *Retinacula oculi* gehemmt, und besonders scheint das *Retinaculum inf.* (Fig. 8) geeignet zu sein, der Kontraktion dieses Muskels Widerstand entgegenzusetzen; auch dürfte die prätrochleare Scheide des *M. obliq. sup.* hierbei in Anspruch genommen werden. — Der Hemmungsmechanismus des *M. levator p. s.* ist bereits oben behandelt worden.

Es sei in diesem Zusammenhange daran erinnert, dass es nicht nur der peribulbäre Bindegewebsapparat ist, der einer

Hyperrotation des Bulbus entgegenwirkt und sie verhindert. Hierzu tragen, wie Zoth (1905) hervorhebt, offenbar auch andere Momente bei, darunter in erster Linie die tonische und elastische Spannung der Antagonisten der in Aktion befindlichen Augenmuskeln.

Wie Motais u. a. in dem peribulbären Bindegewebsapparat nicht nur „tendons d'arrêt des muscles, mais encore des agents modérateurs de l'action musculaire pendant toute la durée de la contraction“ sehen zu wollen, heisst meines Erachtens Bindegewebsformationen allzu delikate Aufgaben zuzumuten. In Anbetracht der mit Präzision gepaarten Raschheit, mit der das Auge für weit verschiedene Punkte innerhalb des Blickfeldes eingestellt werden kann, fällt es einem schwer daran zu glauben, dass der peribulbäre Bindegewebsapparat auf die Bewegungen des Bulbus einen solchen regulierenden Einfluss ausüben sollte.

Der Fornix conjunctivae. Der Fornix wird bekanntlich an der Seite, nach welcher das Auge gedreht wird, vertieft.

Nach den Autoren soll dies durch von den Muskelscheiden zum Fornix verlaufende „Fascienzipfel“ verursacht werden, und der Zweck dabei soll der sein, Faltenbildungen der Conjunctiva, die den Bewegungen des Bulbus hinderlich sein könnten, vorzubeugen. Es lässt sich jedoch fragen, ob eine derartige Anordnung von „Fascienzipfeln“ wirklich notwendig oder auch nur zweckmässig ist.

Es erscheint, wie auch von H. Virchow bemerkt wird, nicht leicht verständlich, wie Falten der dünnen und weichen Bindehaut imstande sein sollten, nachteilig auf die Bewegungen des Auges einzuwirken, so dass die Verhinderung derartiger Faltenbildungen eine notwendige Forderung wäre. In Wirklichkeit verhält es sich ja auch nicht so, dass die Conjunctiva ihrer ganzen Ausbreitung nach glatt und eben ist, sondern nach

dem Fornix zu und vor allem im Fornix selbst legt sie sich tatsächlich normalerweise in Falten.

Da die Conjunctiva bei der Primärstellung des Auges im Fornix eine — individuell verschieden reichliche — Faltenbildung aufweist, entspricht der Fornix nicht nur einer Linie, viel weniger denn einer bestimmten Linie der Conjunctiva, sondern umfasst einen mehr oder minder breiten Streifen derselben. Die Grenzen dieses Streifens (der „Conjunctiva fornicis“) gegen die Conjunctiva oculi und Conjunctiva palpebr. sind jedoch nicht unveränderlich. Denn sie werden durch die Bewegungen des Bulbus verschoben. So wird an der Seite, nach welcher das Auge aus einer Sekundärstellung sich bewegt, die Faltenbildung im Fornix und damit die Breite der Conjunct. forn. dadurch vermehrt, dass die dem Fornix nächstliegenden Teile der Conjunctiva oculi während der Bewegung den Bulbus verlassen und in die Conjunctiva fornicis übergehen; auf der entgegengesetzten Seite dagegen wird die Conjunctiva fornicis ausgewickelt, Teile derselben bekleiden nunmehr den Bulbus und gehen somit in die Conjunctiva oculi über. Damit aber die Conjunctivalfalten im Fornix auf diese Weise ihre Aufgabe als Reservefalten sollen erfüllen können, wodurch dem Bulbus Freiheit der Bewegungen garantiert wird, ist es notwendig, dass die Conjunctiva fornicis nur locker der Unterlage adhäriert. Es wäre also kaum zweckmässig, dass straffe Fascienzipfel sich dort befestigten, denn durch ihre Insertion würde die Conjunctiva fornicis gehindert werden können, bei Bedarf sich in der erforderlichen Weise auszuwickeln. Dadurch aber würde gerade das hervorgerufen werden, was durch die erwähnten Fascienzipfel den Autoren nach vermieden werden sollte, nämlich Störungen im Bewegungsmechanismus.

Ich habe in Übereinstimmung hiermit mich nicht davon überzeugen können, dass der Fornix mit irgendwelchen Fascienzipfeln vereinigt oder überhaupt der Unterlage fest adhären

ist, sondern habe im Gegenteil gefunden, dass die *Conjunctiva fornicis* allerorts — und besonders auf der lateralen Seite — sich leicht von dem dahinterliegenden Winkel zwischen der *Pars subconjunctivalis* und der *Pars palpebralis* der C. T. ablöst. Dass der Fornix gleichwohl auf der Seite, nach welcher hin die Bewegung des Bulbus stattfindet, etwas vertieft wird, erklärt sich leicht. Die *Conjunctiva oculi* muss ja dem Bulbus in seinen Rotationen folgen, da sie, ausser dass sie rings um den Hornhautrand herum sich an der Sclera befestigt, an der *Pars subconjunctivalis* der Tenonschen Kapsel adhärirt. Da diese Adhärenz bis nahe an den Fornix heran ziemlich intim ist, muss es eintreffen, dass dadurch auch der Fornix bei den Bewegungen des Auges etwas nach hinten bzw. nach vorn verschoben wird. Ausserdem muss die Adhärenz, die im Fornix selbst zwischen der *Conjunctiva* und der C. T. vorhanden ist, wenngleich sie locker ist, doch dazu beitragen, den Fornix in der Richtung der Bewegungen der Kapsel und des Bulbus zu verschieben.

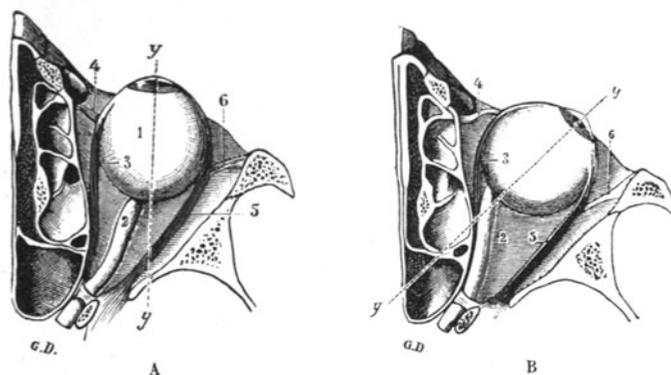
Der Druck der Augenmuskeln auf den Bulbus. Da Tenon und viele andere, besonders französische Autoren (Sappey, Testut u. a.) in den Fascikeln anatomische Faktoren erblickt haben zum Schutze des Auges gegen einen schädlichen Druck, den die Augenmuskeln bei ihren Kontraktionen auf den Bulbus sollen ausüben können¹⁾, so kann man fragen: wie wird das Auge gegen diesen Druck geschützt, wenn die Fascikel nicht existieren?

Die Frage gibt Anlass zu einer Prüfung, inwiefern Fascikel von in der Literatur erwähnter Beschaffenheit imstande sind, eine solche entlastende Funktion auszuüben.

Zunächst sei da hervorgehoben, dass die Autoren, wenn

¹⁾ Eine der bekanntesten Theorien über die Pathogenese der Myopie gründet sich, wie erinnerlich, auf die Annahme, dass der Bulbus bei Naharbeit von den Augenmuskeln komprimiert wird, so dass er sich verlängert.

sie von dem kompressionsaufhebenden Vermögen der Fascikel sprechen, vor allem die zwei Fascikel im Auge gehabt zu haben scheinen, die dem M. rectus lat. und med. zuerteilt worden sind. Die übrigen Fascikel werden nicht erwähnt, oder auch wird nur ganz kurz angedeutet, dass sie die gleiche Wirkung ausüben, eine Tatsache, die zu bezeugen scheint, dass die Autoren es schwerer gefunden haben, mit der fraglichen Funktion auch diese Fascikel auszurüsten. Und wie der Bulbus gegen Druck vom M. obliq. sup. her, der allen Beschreibungen nach — die-



Schema, die Wirkung der „Ligaments d'arrêt“ (4 und 6) auf die Mm. recti med. et lat. zeigend: A. „Ligaments d'arrêt“ in der Ruhe. B. Dieselben bei Kontraktion des M. rectus lat. Nach Testut.

jenige Hélie's ausgenommen — keinen Fascikel besitzt, geschützt wird, darüber lassen sich die Autoren mehrenteils überhaupt nicht aus. Unter solchen Umständen ist es die durch die Kontraktionen des M. rectus lat. und med. hervorgerufene Drucksteigerung, von der der Bulbus am augenfälligsten durch die Fascikel der Autoren entlastet werden sollte. Sehen wir nun zu, inwiefern den „Fascikeln“ dieser beiden Muskeln die behauptete Funktion zugetraut werden kann.

Die obenstehenden beiden Figuren, die Testuts *Traité d'Anatomie humaine*, éd. IV, T. 3, S. 483 entnommen sind,

sollen schematisch die fragliche Wirkung der Fascikel veranschaulichen. Fig. A zeigt, wie Testut sich den Verlauf des lateralen und des medialen Fascikels bei der Primärstellung des Auges, Fig. B. bei Kontraktion des *M. rectus lat.* gedacht hat. Wenn letzterer Muskel sich verkürzt, wird sein Fascikel einer Dehnung ausgesetzt. Dadurch entsteht natürlich eine Kraft, die den in Kontraktion befindlichen Muskel von dem Bulbus abzuziehen strebt und so zu verhindern sucht, dass auf den Bulbus eine gesteigerte Seitenkompression ausgeübt wird. In gleicher Weise muss, wie von Sappey bemerkt worden ist, bei derselben Bewegung — Auswärtsdrehung des Auges — der mediale Fascikel auf den *M. rectus med.* wirken. Dasselbe trifft natürlich mutatis mutandis ein, wenn der *M. rectus med.* aus der Primärstellung das Auge adduziert. Bei Seitenbewegungen des Bulbus, die von dessen Primärstellung ausgehen, müssen offenbar solche Fascikel wie die des obenstehenden Schemas imstande sein, einer Steigerung des Muskeldrucks vorzubeugen oder sie wenigstens zu vermindern.

Wie gestalten sich aber nun die Verhältnisse, wenn das Auge aus einer Sekundärstellung in die Primärstellung zurückgeführt wird?

Gehen wir von Fig. B aus, wo das Auge eine laterale Sekundärstellung einnimmt. Wenn der *M. rectus med.* in dieser Lage sich kontrahiert, um das Auge zu adduzieren, muss er natürlich mit grösserer Kraft auf den Bulbus als während der Abduktion pressen, wo er nur passiv sich an demselben aufrollt. Der mediale Fascikel wird aber gleichwohl nicht weiter hierbei gedehnt, was doch geschehen müsste, wenn er der Aufgabe genügen sollte, den vermehrten Druck zu tragen, sondern im Gegenteil, er erschlafft natürlich; und so geht es auch mit dem lateralen Fascikel. Wenn die beiden Muskeln das Auge aus einer Sekundärstellung zurück in die Primärstellung rotieren, haben sie folglich Gelegenheit, ohne irgend ein Hindernis

seitens der Faszikel mit der ganzen betreffenden Kraftkomponente auf den Bulbus zu drücken. Nicht einmal diese beiden Fascikel können demnach stets das Auge vor dem vermehrten Druck bewahren, der die Kontraktionen des äusseren und des inneren Augenmuskels begleitet. Die Fascikel würden also, auch wenn sie die Verbindungen und den Verlauf hätten, die sie im Schema erhalten haben, eine nur untergeordnete Rolle bei der Entlastung des Muskeldrucks spielen.

Nun kommt aber hinzu, dass das obige Schema irreführend betreffs der Anatomie derjenigen Teile des peribulbären Bindegewebsapparates ist, aus denen der laterale und der mediale Fascikel künstlich dargestellt werden kann. Denn, wie bereits oben betont, bin ich der Ansicht, dass solche Fascikel wie die in Testuts Figuren nicht einmal artifiziell herauspräpariert werden können. Man kann erstens keinen medialen Fascikel herstellen, der sich direkt an der Orbitalwand befestigt, denn präpariert man für den M. rectus med. ein Fascikel heraus, so muss dieses nach dem Boden des Tränensees hingehen und demnach einer direkten Knocheninsertion entbehren. Zweitens verbinden sich durch Präparation möglicherweise herstellbare Fascikel mit ihren Muskeln bedeutend weiter nach hinten zu und erhalten somit einen mehr sagittalen Verlauf als die Fascikel in Testuts Schema. Denn die Verbindung des Fascikels mit dem Muskel kann, da sie mit dem intimen Zusammenhange zwischen dem Muskel und dem orbitalen Blatte seiner Scheide zusammenfällt, nicht an dem Äquator des Bulbus, sondern muss ca. 1 cm dahinter liegen. Es dürfte ohne weiteres klar sein, dass, wenn Fascikel, die sich mit ihren Muskeln so weit hinter dem Äquator des Bulbus verbinden, und die fast in sagittaler Richtung — in den hinteren Teilen parallel mit den Muskeln — nach vorn verlaufen, durch die Muskelkontraktionen gedehnt werden, keine Kräfte entstehen, die danach streben, die Muskeln von dem Bulbus abzuheben.

Das Ergebnis der Prüfung ist also das, dass die Fascikel der Autoren nicht imstande sind, einen Teil des Muskeldrucks zu tragen. Da das gleiche zuvor betreffs der inneren Lippe der Kapselschlitz nachgewiesen worden ist, von der Lockwood u. a. gemeint haben, dass sie als eine entlastende Trochlea fungiert, so kann man sagen, dass es den Forschern nicht gelungen ist, Vorrichtungen zum Schutze des Bulbus gegen den Muskeldruck in den Geweben um den Bulbus herum nachzuweisen.

Meines Erachtens kann nun auch dem peribulbären Bindegewebsapparat nicht eine solche Funktion zuerkannt werden.

Der Umstand aber, dass die Augenmuskeln bei ihren Kontraktionen mit einem Teil der entwickelten Kraft auf das Auge einen gewissen Druck ausüben, setzt wohl nicht notwendigerweise druckaufhebende Vorrichtungen in diesem Bindegewebsapparat voraus. Die Vermehrung des extraoculären Muskeldrucks könnte — wenn etwas derartiges für das normale Sehen erforderlich ist — statt verhindert zu werden, vielleicht ihren Wirkungen nach neutralisiert werden. Dieses liesse sich wenigstens in dem Masse denken, wie der vermehrte Muskeldruck dadurch schädlich einwirken soll, dass er den intraoculären Druck steigert. Denn daraus, dass die Augenmuskeln bei ihrer Aktion mit einem etwas erhöhten Druck auf die Corneoscleralkapsel pressen, folgt ja nicht ohne weiteres, dass unter allen Umständen auch innerhalb der Kapsel eine Drucksteigerung hervorgerufen werden muss. Da der Bulbus mässigen Exkursionen von und zu der Primärstellung sicherlich einen nur geringen Widerstand entgegensetzt — wovon man eine gewisse Vorstellung dadurch erhalten kann, dass man an frischem Leichenmaterial, wo der Bulbus z. B. mittels hineingestopfter Watte ausgedehnt worden ist, den Bulbus in verschiedenen Richtungen rotiert, wenn auch die Bewegungsbedingungen hierbei

nicht völlig mit denen während des Lebens vergleichbar sind — so kann bei den gewöhnlichen Bewegungen des Auges die muskuläre Drucksteigerung an der äusseren Oberfläche des Bulbus vermutlich nicht gross sein. Es ist daher mehr als wahrscheinlich, dass die von den gewöhnlichen, nicht zu ausgiebigen Kontraktionen der Augenmuskeln zu erwartende Steigerung des intraoculären Druckes unter physiologischen Verhältnissen nicht so gross ist, dass sie nicht durch die alleinige Wirksamkeit der Faktoren, die sonst die normale Höhe des Augendruckes regulieren, vorgebeugt werden kann.

Levinsohn (1910), der den Augendruck mittels eines für den Zweck eigens konstruierten Tonometers gemessen hat, fand, dass er beim Menschen dieselbe Höhe bei allen Blickrichtungen hat.

Die Mitbewegungen der Augenlider. Im vorhergehenden ist gesagt worden, dass der mechanische Zusammenhang zwischen dem M. rectus sup. und dem M. levator p. s. nicht von so fester Beschaffenheit ist, dass die Assoziation zwischen den Hebungsbewegungen des Bulbus und des oberen Augenlides dadurch erklärt werden kann.

Eher liesse es sich da denken, dass der M. rectus sup. durch Vermittlung der zur Bindehaut des Augenlides hinziehenden Ausstrahlung der C. T. (Pars palpebralis) in den Stand gesetzt wird, gleichzeitig mit der Pupille auch das obere Augenlid zu heben. Doch erscheint vielleicht die Ausstrahlung allzu schwach für eine solche Aufgabe. Vor allem aber kann sowohl gegen die letzterwähnte Erklärung wie gegen alle Versuche der Anatomen, mit Hilfe von Bindegewebsbildungen der Bewegungsassoziation eine ausschliesslich mechanische Deutung zu geben, der bereits vorher angeführte wichtige Einwand erheben, dass die Assoziation, wie Bells Phänomen es zeigt, schon physiologisch auflösbar ist. Dies könnte nicht gut der Fall sein, wenn der Consensus durch eine zwischen dem M. rectus sup. und

dem oberen Augenlide vorhandene Verkoppelung lediglich fibröser Natur zustande gebracht würde.

Es scheint mir somit keinem Zweifel zu unterliegen, dass die Ansicht richtig ist, die die Korrespondenz zwischen den Hebungsbewegungen des Bulbus und des oberen Augenlides auf eine zwischen den Hebern des Bulbus und denen des Augenlides bestehende Kombination nervöser Art gründet.

Die Ursache der Assoziation zwischen den Senkungsbewegungen des Bulbus und des unteren Augenlides haben viele Anatomen in einem fibrösen Mechanismus von im Prinzip gleicher Beschaffenheit wie demjenigen erblicken wollen, der von vielen dem Connex zwischen den Hebungsbewegungen des Bulbus und des oberen Augenlides zugrunde gelegt worden ist. Der *M. rectus inf.* soll mit dem unteren Augenlide durch eine Bindegewebsformation verbunden sein, die nach *Bonnet* die *C. T.* sein soll, die aber gewöhnlich als ein von der Scheide des Muskels zum Augenlid hin verlaufender „Fascikel“ oder „Fascienzipfel“ beschrieben worden ist. Dadurch soll es dem *M. rectus inf.* möglich werden, das untere Augenlid gleichzeitig mit der Pupille herunterzuziehen, und soll der Muskel mithin ein Senker nicht nur für den Bulbus, sondern auch für das untere Augenlid sein. Ein isolierter Fascikel findet sich indessen nicht, von dem sich denken liesse, dass er die Wirkung der Kontraktion des unteren geraden Muskels auf das untere Augenlid übertrüge. Dagegen könnte eine derartige vermittelnde Funktion möglicherweise der *C. T.* mit ihrer zu dem fraglichen Augenlid hinziehenden *Pars palpebralis* zugeschrieben werden (vgl. Fig. 1, Taf. 1/2).

Es lässt sich aber in Frage ziehen, ob es wahrscheinlich ist, dass die Assoziation ausschliesslich diesem fibrösen Mechanismus anvertraut ist. Die Bewegungen des Augenlides sind mit denen des Bulbus nur insofern assoziiert, als das Augenlid gleichzeitig mit dem Bulbus gehoben und gesenkt wird.

Ein voller Parallelismus herrscht dagegen durchaus nicht, denn die Exkursionen des Augenlides sind bedeutend geringer als die des Bulbus. Wenn nun der M. rectus inf. gleichzeitig damit, dass er durch seine Sehne den Bulbus senkt, durch Vermittlung einer fibrösen Gewebsformation das Augenlid herunterzöge, so müsste dieses letztere, wenn die fibröse Gewebsformation der Elastizität entbehrte, in gleichem Grade wie der Bulbus gesenkt werden. Nun ist die C. T. zufolge ihrer elastischen Elemente zwar dehnbar, und könnte die Mangelhaftigkeit des Parallelismus möglicherweise dadurch seine Erklärung erhalten. Erscheint es aber nicht dennoch schwierig, die Differenz der Exkursionsbreite zwischen den Senkungsbewegungen des Bulbus und des Augenlides lediglich auf die Dehnbarkeit einer Bindegewebsbildung zurückzuführen, wenn man sieht, wie gross die Differenz in Wirklichkeit ist, wie aber die Bewegungen des Augenlides dennoch mit Präzision und mit ständig gewahrter Gleichförmigkeit ausgeführt wird? Meines Erachtens muss noch ein anderer Faktor hier hineinspielen.

Ich komme auf dieses Thema in einem folgenden Kapitel zurück, wo die Frage der Senkungsbewegungen des unteren Augenlides ausführlicher im Zusammenhang mit der Frage nach der Funktion der glatten Muskulatur um den Bulbus herum behandelt werden wird.

II. Die glatte Muskulatur in der Orbita.

Glatte Muskulatur findet sich in der Orbita an zwei Stellen, nämlich um den Bulbus herum und in der Fissura orbit. inf. Ausnahmsweise können unbedeutende Muskelbündel vielleicht

auch an der einen oder anderen Stelle der Periorbita angetroffen werden. So habe ich z. B. in einem Fall eine unansehnliche Gruppe vereinzelter Bündel in der Periorbita an der medialen Orbitalwand gesehen. Dagegen habe ich niemals glatte Muskulatur in der Orbitaldecke gefunden; und in der Fissura orbit. sup. habe ich solche nur in der Ausdehnung beobachtet, wie in bezug auf die Muskulatur in der Fissura orbit. inf. erwähnt wird.

1. Die glatte Muskulatur um den Bulbus herum.

a) Geschichtliches.

Glatte Muskulatur um den Bulbus herum beim Menschen wird in der Literatur zum erstenmal 1859 von H. Müller (1859) erwähnt. In einer kurzen Notiz, die nur als eine vorläufige Mitteilung bezeichnet wird, beschrieb damals H. Müller die von ihm im Jahre zuvor entdeckte Muskulatur, die später den Namen „Müllers Augenlidmuskeln“ erhalten hat. Da für die Bestimmung des Begriffes „Müllers Augenlidmuskeln“ Müllers eigene Beschreibung wichtig ist, sei seine kurzgefasste Mitteilung hier in extenso wiedergegeben. Sie lautet:

„Ausser diesen früher beschriebenen Muskeln kommen nun beim Menschen und bei vielen Säugetieren nicht unbeträchtliche glatte Muskeln an den Augenlidern vor. Am unteren Lid geht eine viel Fett einschliessende Muskelschicht (M. palpebralis inf.) ziemlich nahe unter der Conjunctiva nach vorn bis ganz nahe an den unteren Rand des Tarsus inferior. Dieselbe ist an ihrem vorderen und hinteren Ende, z. B. bei der Katze, mit einer schönen elastischen Sehne versehen. Am oberen Lid liegt der entsprechende M. palpebralis superior unter dem vorderen Ende des quergestreiften Levator palpebrae, derselbe hängt rückwärts mit diesem zusammen und geht vorn bis ganz nahe an den oberen Rand des Tarsus, beim Menschen ebenfalls von viel Fett durchsetzt. Eine oberflächliche Lamelle des Levator palpebrae geht in das sehnige Gewebe unter dem Orbicularis über. Der M. palpebralis sup., welcher ebenfalls nahe unter der Conjunctiva liegt, hat wie der inferior bei netzförmiger Anordnung einen im ganzen longitudinalen Verlauf. Die Wirkung dieser glatten

Lidmuskeln scheint der Wirkung der Muskeln, welche den Bulbus bewegen, assoziiert zu sein.

Endlich findet sich auch beim Menschen das Analogon der Nickhautmuskeln der Säugetiere in schwachen Bündelchen, welche gegen die *Plica semilunaris* verlaufen.“

Aus dieser knappen Beschreibung geht nicht deutlich hervor, welche Ausdehnung Müller der neuentdeckten Muskulatur nach hinten und nach den Seiten geben wollte. Doch ist es klar, dass er die Muskulatur hauptsächlich und — abgesehen von den zuletzt erwähnten schwachen Bündeln gegen die *Plica semilunaris* — wahrscheinlich sogar ganz in die Augenlider selbst verlegte. Leider wurde Müller durch seinen bald erfolgten Tod ausserstand gesetzt, die versprochene ausführlichere Beschreibung zu geben.

Um Müllers kurze, aber Interesse erregende Mitteilung zu komplettieren, führte Harling (1865) kurz nach Müllers Tod eine sorgfältige Untersuchung der glatten Orbitalmuskulatur aus. Harlings Beschreibung stimmt in der Hauptsache mit Müllers überein, ist aber vollständiger. Unter anderem hat er bestimmte Angaben über die Ausdehnung der peribulbären Muskulatur gemacht. Er liess sie in den Augenlidern eingeschlossen liegen und nach hinten sich nicht weiter erstrecken als bis zum *Fornix conjunct.* Der *M. palp. sup.* soll von der unteren Seite des Levator an der Grenze zwischen dessen muskulösem und sehnigem Teil entspringen. Da nun diese Grenze ungefähr am *Fornix* liegt und der Muskel von da sich fächerförmig nach vorn bis zum *Tarsus sup.* erstrecken soll, wo sich die Muskelbündel mit elastischen Sehnen ansetzen, so folgt daraus, dass der *M. palp. sup.* Harlings Ansicht gemäss nicht weiter nach hinten als bis zum *Fornix* geht. Und von dem *M. palp. inf.*, der sowohl nach hinten wie nach vorn in elastische Sehnen übergehen soll, wird ausdrücklich gesagt, dass er bei dem *Fornix conj.* beginnt, von wo er sich bis in die Nähe des *Tarsus inf.* erstreckt. Die Ausdehnung der Mus-

keln nach den Seiten hin wird nicht ganz so bestimmt angegeben. Doch wird hervorgehoben, dass die Muskeln nicht bis zu den Augenwinkeln reichen; und besonders soll die mediale Grenze des *M. palp. inf.* in ziemlich grosser Entfernung vom inneren Augenwinkel liegen. Da Harling ausserdem erklärte, dass er keine glatten Muskelfasern in der *Plica semilunaris* gefunden habe, womit er wohl hat sagen wollen, dass er die schwachen Muskelbündel, welche nach Müller gegen die *Plica semilunaris* verlaufen, nicht hat wiederfinden können, so ist es klar, dass er keine glatte Muskulatur auf der medialen und der lateralen Seite des *Bulbus* beobachtet hat. — Der Faserverlauf soll in beiden Muskeln überwiegend sagittal sein mit eingestreuten transversalen Bündeln.

Ohne Müllers und Harlings Arbeiten zu kennen, veröffentlichte Sappey 1867 das Resultat von Untersuchungen, die er über einige glatte, zum Sehapparate gehörende Muskeln angestellt hatte. Drei von diesen Muskeln sollen in der Umgebung des *Bulbus* liegen. Einer von ihnen — der *Muscle orbito-palpébrale* — liegt im oberen Augenlid. Derselbe ist mit Müllers *M. palpebralis sup.* identisch.

Sappey, der also ebenfalls die oberen glatten Augenlidmuskeln entdeckt hat, hat davon eine Beschreibung gegeben, die nicht unbedeutend von der Müllers und Harlings abweicht. Wie diese Forscher liess auch Sappey den Muskel zwar von dem vorderen Ende des *M. lev. p. s.* zum oberen Rande des *Tarsus* gehen. Der Muskel aber soll nicht von der unteren Fläche des *Levators*, sondern von dessen vorderem Rande entspringen, d. h. der Muskel nimmt mit seinem hinteren Rande den vorderen Rand des *Levators* ein, so dass der glatte Muskel eine direkte Fortsetzung des quergestreiften bildet und als Sehne des letzteren dient. Der *Levator* hat nach Sappey keine andere Sehne und ist also in anatomischem Sinne ohne eine solche, denn die Sehne, welche von den Autoren beschrieben

worden ist, besteht aus glatter Muskulatur. In Übereinstimmung damit liess Sappey die glatte Muskelhaut mit ihrer vorderen convexen Fläche nicht gegen die Aponeurose des Levators, sondern gegen das Sept. orbitale anliegen, an dem die Muskelschicht unten adhären soll; ihre hintere concave Fläche ruht auf der Conj. palp. Ausserdem erhielt die Muskelschicht grössere Ausdehnung in transversaler Richtung, als Harling ihr zuerteilt hatte. Sappey liess nämlich die Muskulatur sich von der lateralen Wand der Orbita zu ihrer medialen erstrecken mit Insertionen an der Knochenwand: an der lateralen Orbitalwand etwas hinter dem Orbitalrande, an der medialen Wand unmittelbar hinter dem Septum orbitale. — Die glatte Muskulatur im unteren Augenlide scheint Sappeys Aufmerksamkeit entgangen zu sein, denn er hat weder davon, noch von dem Vorkommen glatter Muskulatur an der unteren Seite des Bulbus überhaupt etwas erwähnt.

Dagegen hat er zwei andere Muskeln beschrieben, von denen der eine auf der lateralen, der andere auf der medialen Seite des Bulbus liegen soll. Dies ist die im vorhergehenden erwähnte glatte Muskulatur in den „Fascikeln“, welche Sappey und andere französische Autoren von den Bindegewebscheiden des M. rectus lat. und med. ausgehen lassen. Le muscle orbitaire externe liegt in dem vorderen Teil resp. bildet den vorderen Teil des Fascikels von der lateralen Rectusscheide zum lateralen Orbitalrande hin, le muscle orbitaire interne, etwas schwächer, liegt in gleicher Weise im vorderen Teil resp. bildet den vorderen Teil des Fascikels von der medialen Rectusscheide zur Crista lacrimalis post. hin. Die Muskelbündel sollen in dem lateralen Muskel transversal und etwas nach vorn gerichtet sein; in dem medialen soll die Mehrzahl eine rein transversale Richtung haben.

Zu dieser Zeit — 1867 — sind also in der Literatur fünf

verschiedene glatte Muskeln in der Umgebung des Bulbus beschrieben. Zwei davon liegen in den Augenlidern, der eine im oberen Lid, der andere im unteren, und sie sollen ihrer Ausdehnung nach auf die Augenlider beschränkt sein. Zwei andere, bedeutend kleinere, liegen auf der lateralen und der medialen Seite des Bulbus in den vorderen Teilen der Fascikel, welche vom M. rectus lat. und med. abgehen sollen. Als der fünfte Muskel können die schwachen Bündel bezeichnet werden, von welchen H. Müller angegeben hat, dass sie gegen die Plica semilunaris gehen.

Welche Stellung haben nun spätere Anatomen gegenüber diesen Muskeln und gegenüber der peribulbären glatten Muskulatur überhaupt eingenommen?

Sieht man vorläufig von einer Anzahl Forscher ab, welche in den letzten Jahren Spezialuntersuchungen darüber angestellt haben, und berücksichtigt man zunächst nur ältere Autoren und die anatomische Hand- und Lehrbuchliteratur, so fällt die Antwort folgendermassen aus.

Die schwachen Muskelbündel, die nach Müller gegen die Plica semilunaris gehen, sind in der Regel nicht wiedergefunden worden. Ebensowenig wie Harling hat auch Merkel (1874, 1901) sich von deren Existenz überzeugen können. In anatomischen Hand- und Lehrbüchern werden sie nicht erwähnt, und sie scheinen durch Merckels bestimmte Verneinung ihrer Gegenwart aus der Literatur so gut wie ausgemerzt zu sein¹⁾.

Zu Sappeys Muskeln — „les muscles orbitaires ext. et int.“ — haben sich die Forscher verschieden gestellt. Merkel und Gerlach, welche beide Spezialuntersuchungen ausge-

¹⁾ H. Virchow gemäss hat Giacomini (1887) in seiner Mitteilung über den Buschmann solche Muskelfasern beschrieben und abgebildet. Fleischer (1907) fand sie bei einem missgebildeten Fötus. Und ganz kurz gibt H. Virchow (1906) an, dass er „Bündel glatter Muskelfasern an der Basis der Karunkel“ gesehen habe.

führt haben, haben sie nicht gefunden, und hiernach sind die Muskeln aus der deutschen Hand- und Lehrbuchliteratur ausgeschlossen worden. Auch die englischen Lehrbücher erwähnen sie nicht. Lockwood (1885) ist unschlüssig und lässt die Frage unentschieden unter Hervorhebung ihrer grossen Bedeutung. Dagegen sind die Muskeln in die anatomischen Handbücher französischer Autoren (Tillaux, Testut) aufgenommen worden.

Was endlich die Muskulatur im oberen und unteren Lid anbelangt, so ist ihr Vorkommen von allen späteren Forschern bestätigt worden. Welchen Inhalt haben denn die Autoren dem Begriff „Müllers Augenlidmuskeln“ gegeben, die für die meisten alles in sich eingeschlossen haben, was von glatter Muskulatur um den Bulbus herum existiert?

Merkel hat in der wichtigen Arbeit „Makroskopische Anatomie des Auges“ in Graefe-Saemisch' Handbuch sowohl 1874 (1. Aufl.) wie 1901 (2. Aufl.) von diesen Muskeln eine Beschreibung gegeben, die im wesentlichen mit Müllers eigener Mitteilung und mit Harlings späterer, mehr ausführlicher Schilderung übereinstimmt. Demnach teilte Merkel 1874 Müllers und Harlings Auffassung, und diese Ansicht hatte sich bei Merkel bis 1901 nicht geändert. Wie Müller und Harling verlegt Merkel die Muskulatur ganz in die Augenlider. Er lässt den M. palpebralis s. tarsalis mit seinen Bündeln kurz vor dem Ende des M. levator palp. sup. entstehen, also ungefähr am Fornix; und von dem M. palpebralis s. tarsalis inf. sagt er direkt, dass er am Fornix beginnt. Die Muskulatur erstreckt sich also Merkels, wie Müllers und Harlings Ansicht gemäss nach hinten im allgemeinen nicht weiter — und das ist wohl zu beachten — als bis zum Fornix conjunctivae. Wie weit nach den Seiten hin Merkel meint, dass die Muskulatur sich ausdehnt, hat er nicht bestimmt angegeben. Ausser der Angabe, dass die Muskeln sich an den Tarsi be-

festigen, wird hinsichtlich ihrer Ausdehnung nur die Auskunft gegeben, dass die Ausbildung des oberen Muskels variiert. Da er indessen Harlings Ansicht im übrigen teilt, darf man wohl annehmen, dass er auch in bezug auf die seitliche Ausbreitung der Muskulatur von Harlings Ansicht gewesen ist, und dass er also in seiner Beschreibung gemeint hat, dass die beiden Muskeln nicht bis zu den Augenwinkeln hingehen.

In den anatomischen Hand- und Lehrbüchern der deutschen Forscher werden die Müllerschen Augenlidmuskeln, wenn ihr Vorhandensein überhaupt angedeutet wird, in einer Weise erwähnt, die hinsichtlich der Lage und Ausdehnung der Muskeln ein Ausdruck der Müller-Harling-Merkelschen Auffassung ist (Schwalbe 1887, Rauber 1898, Gerlach 1891, Toldt 1907 u. a.). Das gleiche ist der Fall in den englischen Handbüchern (Quain 1894, Cunningham 1902 u. a.). Für die französischen Autoren war anfänglich Sappeys Darstellung normgebend. Tillaux (1890) erwähnt glatte Muskulatur nur im oberen Lid und lässt diese Muskulatur die kontinuierliche Fortsetzung des quergestreiften *M. lev. p. s.* nach vorn bilden und sich nach den Seiten bis zur medialen und lateralen Orbitalwand erstrecken und dort ansetzen. In der letzten französischen Handbuchliteratur findet man indessen dieselbe Auffassung wie in der deutschen und englischen. Nach Testut (1899) ist „le muscle palpébral supérieur et le muscle palp. inf. formé par un plan de fibres lisses, qui occupent au largeur presque toute l'étendue transversale de l'orbite et qui s'étendent en hauteur: 1. pour la paupière inférieure depuis le tarse infer. jusqu'au voisinage de l'arcade orbitaire; 2. pour la paupière supérieure, depuis le tarse supérieur jusqu'au cul-de-sac oculo-conjonctival correspondant“.

Nach der Auffassung, die in der deutschen und englischen Literatur seit Müllers erster Beschreibung bis vor einigen Jahren einstimmig ausgesprochen worden ist, und der — unter

Abgehen von Sappeys abweichendem Standpunkt — auch spätere französische Autoren beigetreten sind, sind also unter „Müllers Augenlidmuskeln“ zwei aus glatten Fasern bestehende dünne Muskelschichten zu verstehen, welche in den Lidern selbst liegen. Sie erstrecken sich in der Richtung von hinten nach vorn vom Fornix conj. bis in die Nähe des orbitalen Tarsusrandes. Der obere Muskel entspringt von der unteren Seite des M. lev. p. s. an dessen vorderem Ende und erstreckt sich von dort aus in Dreiecksform mit der Basis nach dem Tarsus hin in das Augenlid hinein. Über den Ursprung des unteren Muskels sind die Angaben dunkel und unbestimmt. Meist wird keine andere Auskunft gegeben, als dass der Muskel am Fornix inf. beginnt. Schäfer (in Quain 1894) sagt unbestimmt, dass der Muskel aus der Nachbarschaft des M. obliq. inf. kommt; Cunningham ganz kurz, dass er den Tarsus mit demselben M. obliq. verbindet; Testut (1899), dass er verschmilzt „avec le prolongement orbitaire du muscle droit inférieur“ — alles Angaben, die sich gut mit der Auffassung vereinigen lassen, dass der Muskel ungefähr am unteren Fornix beginnt. Die Grenzen für die Ausdehnung der Muskelschichten nach den Seiten hin werden in der Regel nicht angegeben, man darf wohl aber annehmen, dass die einzige verhältnismässig bestimmte Angabe, die in dieser Hinsicht gemacht worden ist — abgesehen von Sappeys Beschreibung des oberen Muskels — nämlich die von Harlings Hand, die allgemeine Ansicht unter den Anatomen zum Ausdruck bringt. Die Muskeln würden also zwar den grösseren Teil der Augenlider einnehmen, aber doch nicht so weit wie bis zu den Augenwinkeln reichen.

Das ist, soweit man nach der Literatur urteilen kann, die sozusagen traditionelle und herrschende Auffassung von dem Begriff „Müllers Augenlidmuskeln“. Und da es durch Untersuchungen von Harling, Gerlach, Lockwood und Merkel vollkommen bewiesen schien, dass weder Müllers

Muskel gegen die Plica semilunaris, noch Sappeys Muskeln in den sog. Seitenfascikeln existieren, so war bis in die letzten Jahre auch die Auffassung so gut wie allgemein angenommen, dass es keine andere glatte Muskulatur um den Bulbus herum gibt als die zwei auf die Augenlider beschränkten Müllerschen Augenlidmuskeln.

In den letzten Jahren ist indessen das Resultat von zwei Untersuchungen veröffentlicht worden, welches zeigt, dass diese Auffassung kaum die richtige sein kann. Die eine dieser Arbeiten stammt von Fr. Groyer und erschien 1903, die andere ist Landströms in der Einleitung erwähnte Abhandlung vom Jahre 1907. Obgleich Groyers Arbeit vier Jahre vor Landströms veröffentlicht wurde, scheint Landström bei seiner Untersuchung keine Kenntnis von derselben gehabt zu haben.

Groyer hat die Frage komparativ anatomisch behandelt und die Mm. palpebrales s. tarsales bei einer Anzahl von Säugtieren und beim Menschen untersucht. Er hat dabei besonderes Gewicht auf die Erforschung des hinteren Ursprunges der Muskeln gelegt, worüber vorher, wenigstens was den M. tarsalis inf. betraf, äusserst unklare Vorstellungen geherrscht haben. Seine Untersuchungen haben übrigens als Hauptresultat ergeben, dass glatte Muskulatur in der Umgebung des Auges in erheblich grösserer Menge vorhanden ist, als man sich von jeher vorgestellt hat.

Im grossen und ganzen sind nach Groyer die Mm. palpebrales (s. tarsales) nach demselben Prinzip bei allen Säugtieren und auch beim Menschen angeordnet. Und das Prinzip ist das, dass die peribulbäre glatte Muskulatur ihren Ursprung mittels fibro-elastischer Membranen von den geraden Augenmuskeln nimmt und nach vorn eine einzige zusammenhängende Muskelschicht bildet, welche den Bulbus wie ein Kranz umgibt. Groyer spricht darum nur von einem glatten Muskel, den er M. palpebralis nennt und der das Auge ringförmig um-

schliessen soll; nach dem Ursprunge von den *Mm. recti* teilt er diesen aber in vier verschiedene Portionen. Da die Verhältnisse beim Menschen hier zunächst von Interesse sind, sei die Darstellung, die *Groyer* davon gibt, etwas ausführlicher referiert.

Auch bei dem Menschen ist, sagt *Groyer*, der *Bulbus* von einer rings herum zusammenhängenden Muskelmasse kranzförmig umgeben, welche nach hinten von der orbitalen Seite der vier geraden Augenmuskeln und von der unteren Seite des *Levators* ihren Ursprung nimmt. Der Zusammenhang zwischen diesem einheitlichen *M. palpebralis* und den vier *Mm. recti* oder mit anderen Worten dem Ursprung des glatten Muskels wird durch fibro-elastische Stränge vermittelt, welche sich von der orbitalen Seite der geraden Augenmuskeln abzweigen und zu diesen in demselben Verhältnis stehen wie der *Lacertus fibrosus* zum *M. biceps brachii*. Die vier Muskelportionen, welche dadurch entstehen, dass diese vier Stränge nach vorn bald in glatte Muskulatur übergehen, breiten sich nach den Seiten aus und verschmelzen zu einem Cylinder um den *Bulbus* herum. Ein besonderes Verhältnis zeigt die glatte Muskulatur zum *M. lev. p. s.* Wo der letztgenannte Muskel in seine Sehne übergeht, entspringt von seiner unteren Seite direkt ohne Vermittlung eines fibro-elastischen Stranges glatte Muskulatur, welche nach vorn unter die *Levatorsehne* geht. An die untere Fläche und die lateralen Teile dieser vom *Levator* herkommenen Portion des *M. palpebralis* schliessen sich die glatten Muskelbündel an, welche (indirekt) vom *M. rectus sup.* entspringen. Die ganze Muskelportion heftet sich am oberen Rande des *Tarsus* im oberen Lide an. Die Portion des *M. palpebralis*, welche vom *M. rectus inf.* herkommt, geht, den *M. obliq. inf.* umschliessend, zum unteren Rande des *Tarsus* im unteren Augenlid. In bezug auf den vorderen Ansatz der lateralen und der medialen Portion des ringförmigen *M. palpebralis* drückt

sich Groyer weniger deutlich aus. Er scheint indes zu meinen, dass die laterale Portion sich an die laterale Orbitalwand ansetzt; von der medialen Portion wird bestimmter gesagt, dass einzelne Fasern zur Orbitalwand verlaufen, dass der grösste Teil aber zur Conjunctiva im Lacus lacrimalis und zur Plica semilunaris geht.

Groyer gibt also eine ganz andere Beschreibung von der glatten Muskulatur um den Bulbus herum als Forscher vor ihm. Wesentlich weicht seine Auffassung von der von H. Müller und Harling begründeten und von Merkel u. a. bestätigten Anschauung ab, die sich auch in der Literatur fest eingebürgert hat. Dass Müllers beide Augenlidmuskeln Teile von Groyers kranzförmigem M. palpebralis sind, ist ja klar, und das sagt er auch selbst. Es ist aber auch klar, dass eine vollständige Identifizierung zwischen den ersteren einerseits und dem letzteren andererseits nicht in Frage kommen kann. Denn Groyer hat zu den alten Müllerschen Augenlidmuskeln etwas Neues hinzugefügt.

Groyer erhielt den Impuls zu seiner Untersuchung durch die Entdeckung zweier anormaler Muskeln in einer menschlichen Orbita. Landström dagegen wurde durch eine theoretische Deduktion zu seinen Studien über die glatte Muskulatur um den Bulbus herum geführt. Er suchte nach der Ursache zum Exophthalmus bei Morbus Basedowii. Da zur Erklärung dieses in seiner Genese dunklen Symptoms alle bekannten Voraussetzungen benutzt worden waren, ohne dass es doch gelungen war, eine befriedigende Lösung zu finden, so schloss Landström daraus, dass bei den vorhandenen anatomischen Kenntnissen eine Erklärung nicht möglich sei. Da es aber eine „natürliche“ Ursache geben musste, so war man — meinte Landström — notwendigerweise zu der Annahme gezwungen, dass in der Orbita kontraktiles Gewebe (glatte Muskulatur) sich vorfinden müsste, welches bisher der Aufmerksamkeit ent-

gangen war. So ging Landström an das Aufsuchen der präsumierten Muskulatur, legte Serienschnitte durch den vorderen Teil der Orbita und meinte auch bald gefunden zu haben, was er suchte.

Ausser den in den Augenlidern liegenden Müllerschen Muskeln fand Landström nämlich, wie er angab, eine nicht unbedeutende Menge anderer glatter Muskulatur um das Auge herum. Diese Muskulatur soll cylinderförmig um den vorderen Teil des Bulbus angeordnet sein. Der cylindrische Muskel soll nach vorn zu am Septum orbitale seinen Ursprung nehmen und sich hinten in der Höhe des Aequator bulbi „an dem festen Bindegewebe, das ungefähr bis zum Fornix den vorderen Teil des Bulbus umschliesst“, anheften. Indessen ist der Cylinder insofern unvollständig, als er auf der oberen Seite des Bulbus, entsprechend dem M. levator p. s., eine Lücke zeigt; auch an der lateralen Seite des Bulbus soll die Muskulatur an einer Stelle äusserst schwach sein.

Landström berührte vorübergehend auch die Frage betreffs des Verhältnisses zwischen dieser von ihm beschriebenen Muskulatur und den glatten Muskeln, die früher in der Literatur erwähnt sind, nämlich Müllers Augenlidmuskeln, Müllers Muskel gegen die Plica semilunaris und Sappeys Muskeln (Groyers Arbeit kannte, wie gesagt, Landström nicht). Er erklärte, dass er auf Grund der angestellten Untersuchungen nicht entscheiden könne, wie sein neuer Muskel sich zu Müllers Muskel im oberen Lid verhalte, ob sie direkt ineinander übergehen oder nicht. Das Verhältnis zum M. tarsalis inf. hat er mit den Worten angegeben, dass der neue Muskel „als Müllerscher Muskel in das untere Augenlid hineinwandert“. Ferner hielt Landström es für äusserst wahrscheinlich, dass die Muskelstreifen, die nach Müllers Angabe gegen die Plica semilunaris verlaufen, einen geringen Teil der von ihm selbst nachgewiesenen Muskulatur bilden. End-

lich erklärte er, dass Sappeys äussere und innere Orbitalmuskeln gar nicht existieren.

Landström kam also zu dem Resultate, dass es in der Umgebung des Bulbus drei verschiedene glatte Muskeln gibt, nämlich Müllers beide Augenlidmuskeln und ausserdem seinen eigenen, weiter hinten um den Bulbus herum liegenden Muskel. Dieser letztere Muskel sollte nun nach seinem Entdecker mehrere wichtige physiologische Funktionen haben. Was aber dem Muskel die grösste Aufmerksamkeit zugezogen hat, war die Behauptung, dass durch einen pathologischen Krampfzustand desselben der Bulbus bei der Basedow'schen Krankheit protrahiert wird.

Im Jahre 1911 kam, wie in der Einleitung erwähnt, die lange erwartete Kritik über Landströms anatomische Arbeit, und sie fiel für Landström vollkommen vernichtend aus. Nicht genug damit, dass dem Muskel alle Bedeutung für die Genese des Basedow-Exophthalmus abgesprochen wurde. Sogar die Existenz der von Landström beschriebenen Muskulatur ist in Frage gestellt worden. Es ist bereits gesagt worden, dass Fründ und Krauss es sind, welche diese Kritik ausgesprochen haben, und dass später Sattler erklärt hat, gleichfalls nicht an die behauptete pathologische Bedeutung des Muskels zu glauben.

Fründ (1911) ist der Ansicht, dass der Unterschied, den Landström „zwischen seinem und dem Müllerschen Muskel konstruiert“, vor einer kritischen Nachprüfung nicht Stich hält. Landströms Muskel ist nichts anderes als ein Teil der alten Müllerschen Augenlidmuskeln. Auf den Seiten sollen nämlich diese beiden Muskeln ineinander übergehen. In soweit kann man wohl mit Landström von einem cylinderförmigen, die vordere Hälfte des Bulbus umgebenden Muskel sprechen, aber es besteht keine Veranlassung, von Müllers Augenlidmuskeln „einzelne Muskelbündel“ — und nur um solche

scheint es sich nach den Abbildungen Landströms zu handeln — die etwas weiter rückwärts von der Hauptmasse des Muskels gelegen sind, abzuscheiden und besonders zu bezeichnen. Seine Stellung zur Frage nach dem Vorkommen von glatter Muskulatur in der Orbita überhaupt gibt Fründ in folgenden Worten an: „Wenn wir zusammenfassend aus diesen Angaben der genannten Autoren uns ein Bild von dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse von den glatten Muskeln der Orbita machen, so ergibt sich als sicher feststehend, dass in der menschlichen Orbita glatte Muskulatur nur in den beiden Lidern¹⁾ und in der Fissura orbitalis inferior vorkommt.“

Krauss sagt, „dass die anatomischen und physiologischen Voraussetzungen und Schlussfolgerungen Landströms nicht zutreffend sind“. Landström hat folglich das Rätsel des Basedowschen Exophthalmusproblems nicht gelöst.

Sattler gibt zu, dass Landströms Muskel auf der medialen und teilweise auch auf der lateralen Seite des Bulbus existiert, nicht aber auf der oberen und unteren Seite. Der Muskel heftet sich indessen nicht, wie Landström sagte, am Septum orbitale an, sondern die Muskelbündel sind bis zum Fornix conjunctivae zu verfolgen, „in dessen Umgebung sie sich verlieren“. Dessen Aufgabe besteht vermutlich im wesentlichen darin, dass er bei den Seitenbewegungen des Bulbus durch seinen Tonus den lateralen und medialen Fornix spannt.

Zuletzt möge erwähnt werden, dass H. Virchow in Graefe-Saemisch' Handbuch (1906) bei dem M. palpebralis (s. tarsalis) inf. zwei Schichten unterscheidet, von denen er nur die eine — die vordere — in das Augenlid eintreten lässt, während die hintere in die Conjunctiva bulbi hinaufgehen soll.

Da diese Untersuchungen der letzten Jahre in ihren Resultaten weder untereinander, noch mit der älteren Vorstellung

¹⁾ Von mir gesperrt.

von der peribulbären glatten Muskulatur übereinstimmen, ist eine kontrollierende Nachuntersuchung ein Desideratum. Sie ist schon darum erwünscht, um über die Ausdehnung und Anordnung der strittigen Muskulatur Klarheit zu erhalten, ganz abgesehen von der Frage, ob diese Muskulatur in sich den Schlüssel zum Basedowschen Exophthalmusproblem birgt oder nicht.

b) Eigene Untersuchungen.

Material und Untersuchungsmethoden.

Eine genaue Einsicht in die Ausdehnung und Anordnung der glatten Muskulatur in der Umgebung des Bulbus ist auf keine andere Weise zu erhalten, als durch ein kombiniertes makro- und mikroskopisches Studium der peribulbären Gewebe.

Die makroskopische Präparierung ist für eine richtige Beurteilung der mikroskopischen Schnittbilder notwendig. Die Untersuchung aber muss natürlich hauptsächlich mikroskopisch werden. Infolge der für das bloße Auge täuschenden Ähnlichkeit zwischen glatter Muskulatur und Gewebe der Binde substanzgruppe kann man, wenn man es beim Studium der Gewebsformationen in der Orbita unterlässt, das Mikroskop zu benutzen, Gefahr laufen, alles, was glatte Muskulatur heisst, zu übersehen und Gewebsbildungen von überwiegend muskulöser Natur als reine Bindegewebsformationen zu betrachten. Ein solches Übersehen ist wirklich vorgekommen nicht nur bei Forschern, welche die C.T. studiert haben, bevor die nach H. Müller benannte glatte Muskulatur bekannt war, sondern sogar bei Autoren der letzten Jahre, indem Müllers Muskel im oberen Augenlid bei der Präparation für ein Sehnenblatt des M. lev. p. s. gehalten worden ist. Nur auf diese Weise lässt es sich erklären, dass gewisse Autoren — auch moderne — den letzterwähnten Muskel sich mit einer Sehnen ausbreitung an den oberen Rand des Tarsus des oberen Augenlides haben

ansetzen lassen, während in Wirklichkeit die Insertionsaponeurose des Muskels, wie im vorstehenden gesagt wurde, auf der Vorderseite des Tarsus herabgeht, ohne sich an dessen oberen Rand anzuheften.

Der erwähnte Untersuchungsweg ist mühevoll, dürfte aber bei den gegenwärtigen technischen Hilfsmitteln der einzig mögliche sein. Eine bequemere und schneller zum Ziele führende Methode wäre zwar diejenige, welche durch Klärmittel das Bindegewebe durchsichtig machte und dadurch die Muskulatur sich als undurchsichtige Masse gegen das umgebende durchsichtige Bindegewebsmedium abheben liesse. Ich habe denn auch Versuche in dieser Richtung gemacht, ohne jedoch zu einem befriedigenden Resultat zu kommen. Meines Wissens ist auch keine solche Methode bekannt, die in diesem speziellen Falle mit Erfolg hätte angewandt werden können.

Wenn es nun aber auch klar ist, dass die Untersuchung hauptsächlich — jedoch nicht ausschliesslich — eine mikroskopische sein muss, so ist damit das Verfahren doch nicht ohne weiteres gegeben. Auch frühere Forscher haben hier histologische Untersuchungsmethoden benutzt, und dennoch zeigen die verschiedenerseits erhaltenen Resultate untereinander Differenzen, welche recht erheblich sind.

Das einfachste Verfahren besteht natürlich darin, bei der makroskopischen Präparation der peribulbären Gewebe kleinere, auf's Geratewohl gewählte Stücke herauszuschneiden und nach üblichen histologischen Manipulationen auf dem einen oder anderen Schnitt zu studieren. Das hat man wohl auch getan, und ich habe ebenfalls auf diesem Wege über spezielle Fragen Auskunft gesucht. Dadurch lässt sich indes nur konstatieren, ob in dem für die Untersuchung entnommenen Gewebestück sich Muskulatur findet oder nicht.

Weiter kommt man dadurch, dass man Serienschritte durch den ganzen vorderen Teil des Orbitalinhaltes legt. Dann kann

man sicher sein, wenigstens alle glatte Muskulatur mitzubekommen, welche sich um den Bulbus herum vorfindet. Verfertigt man sich solche Schnittserien mit verschiedener Schnitt- richtung, so scheint es, als sollte man alle Voraussetzungen haben, um zu einer klaren und richtigen Vorstellung von der wirklichen Anordnung der Muskulatur zu kommen. Die Erfahrung bestätigt diese Vermutung indessen nicht. Unter anderen hat Landström diese Methode benutzt, und dennoch sagt er selbst, dass er das Verhältnis zwischen Müllers oberem Lidmuskel und der von ihm beschriebenen Muskulatur nicht hat feststellen können. Die Methode hat auch einen offenbaren Nachteil, der ihre Verwendbarkeit verringert, wenn man sich das Ziel gesteckt hat, Kenntnis von dem Verhältnis zwischen den beschriebenen glatten Muskeln um das Auge herum zu erhalten. Der Nachteil besteht darin, dass die Muskulatur, da die Schnittrichtung durch die Orbita von Anfang bis zu Ende dieselbe ist, nicht in allen Schnitten der Serie in entsprechender Weise geschnitten wird. Während nämlich die Muskulatur, die ja in der Umgebung des sphärischen Bulbus liegt, zu Anfang und zu Ende der Serie tangential vom Messer getroffen wird (wie der Bulbus), wird sie in der Mitte ganz meridional bzw. äquatorial geschnitten und in den Partien zwischen diesen Stellen in Richtungen, die alle dazwischenliegende Übergänge zeigen. Unter solchen Umständen die Bilder, unter welchen die Muskulatur in der Schnittserie erscheint, richtig zu deuten und zu kombinieren, ist keineswegs eine leichte Aufgabe für den, welcher ans Werk geht, ohne vorher mit der Anordnung der betreffenden Muskulatur vertraut zu sein. Obgleich ich auch solche Schnittserien studiert habe, ist doch auch dies nicht meine Hauptmethode gewesen.

Es war nicht sehr wahrscheinlich, dass nur ein wiederholtes Benutzen der Untersuchungsmethoden, die bereits in den Händen früherer Forscher zur Anwendung gekommen waren,

ohne die Frage bezüglich des allseitigen Verhaltens der Muskulatur genügend zu erforschen, zu wesentlich besseren oder zuverlässigeren Resultaten führen würde, als wie sie bisher mit diesen Methoden erlangt worden waren. Lange hatte ich mich mit meiner Untersuchung auch nicht beschäftigt, als sich diese Vermutung bestätigte und es klar wurde, dass die Untersuchung nach einem anderen Plane betrieben werden musste, wenn sie zum Ziele führen sollte. Da die Muskulatur, wie die durch den Orbitalinhalt in toto gelegten Schnitte zeigen, in der nächsten Nähe des Bulbus vor dessen Äquator liegt, muss sie ja in ihrer Ausbreitung mehr oder weniger die sphärische Form des Bulbus haben. Daher wird es nötig, um die Muskulatur in jedem Schnitt einer Serie analog geschnitten zu bekommen, dass das Messer von der Peripherie in der Richtung des Radius und parallel mit der frontalen oder — besser — sagittalen Achse des Auges geführt wird. Da indessen eine solche Schnittserie bei den gegenwärtigen technischen Hilfsmitteln nur unter grossen, zeitraubenden Schwierigkeiten zu erhalten ist, habe ich mich begnügt, auf bequemere Weise Schnittserien anzufertigen, die damit vergleichbar sind. Als Hauptmethode zur Untersuchung der Muskulatur habe ich nämlich folgendes Verfahren benutzt.

Nachdem der ganze Orbitalinhalt nebst den hinter dem M. orbicularis oc. liegenden Teilen der Augenlider¹⁾ im Zusammenhang dadurch aus der Orbita entnommen war, dass die Periorbita von den Wänden losgeschält wurde, wurde nach mehrtägiger Fixierung in einer Mischung von 1 Teil Formalin und 7 Teilen 96%igem Alkohol das hierdurch zu recht fester, formbewahrender Konsistenz gehärtete Präparat erst einer vorbereitenden makroskopischen Präparation unterworfen, um dasselbe für die nachfolgende histologische Behandlung zweck-

¹⁾ Die Art des zugänglichen Leichenmaterials verbot die Mitnahme der Augenlider in toto.

mässig zerteilt zu erhalten. Durch einen Frontalschnitt an oder etwas hinter dem hinteren Pol des Bulbus wurde vom Präparate dessen ganzer hinterer Teil abgetrennt. Danach wurde von dem erhaltenen vorderen Teil die Hauptmasse des extramuskulären Fettes entfernt, nämlich soweit wie die glatte Muskulatur — auf Grund der durch die g a n z e n Orbitalschnitte gewonnenen Kenntnis von deren Ausdehnung — mit Sicherheit auszuschliessen war. Von dem ursprünglichen Präparat war also nur noch vorhanden der Bulbus, umgeben von der C.T. und anderen peribulbären Bindegewebsbildungen, die vorderen Enden der Augenmuskeln und alle von Anfang an mitgenommenen Teile der Augenlider. Das Studium von L a n d s t r ö m s hinterlassenen Schnittserien hatte mich im voraus überzeugt, dass ein solches Präparat alle um den Bulbus befindliche glatte Muskulatur enthalten musste. Durch Meridionalschnitte von der Peripherie aus nach der sagittalen Achse des Bulbus hin wurde alsdann das Präparat, wenn es einem erwachsenen Individuum angehört hatte, in zwölf, und wenn es von einem Fötus herührte und folglich kleiner war, in sechs ungefähr gleich grosse Stücke geteilt. Die Teilstücke, von denen die Retina, Chorioidea und hintere Teile der Sclera entfernt wurden, wurden nummeriert, in Paraffin eingebettet und in Serien von je 20 μ dicken Schnitten geschnitten, wobei durch geeignete Einstellung der Präparate die meridionale Schnittrichtung so viel wie möglich beibehalten wurde. Auf diese Weise wurde von den peribulbären Geweben eine fortlaufende Schnittserie erhalten, wo die glatte Muskulatur in sämtlichen Schnitten vom Messer in — praktisch genommen — analoger Richtung, nämlich stets in meridionaler Richtung getroffen worden war. Im ganzen sind zehn Orbiten von ebenso viel Individuen — davon fünf von Erwachsenen und fünf von ausgetragenen oder fast ausgetragenen Föten — einer solchen Behandlung unterzogen worden.

Die Schnitte wurden mit Hämatoxylin und v a n G i e s o n s Picrin-Fuchsinsäuremischung gefärbt.

Bei dem Studium der Serien erwies es sich indessen als schwer, ein anschauliches Gesamtbild von der Muskulatur zu erhalten. Ihre Ausdehnung und quantitative Entwicklung sowie die Richtung der Muskelfasern weisen nämlich an verschiedenen Stellen um den Bulbus herum erhebliche Unterschiede auf. Es ist daher nicht leicht — nicht einmal für denjenigen, der die Schnittserien zu seiner Verfügung hat — die Bilder von den verschiedenen Schnitten her zu einem Gesamtbild zu kombinieren. Und eine noch schwierigere Aufgabe wäre es gewesen, dem Leser eine richtige Vorstellung von der Muskulatur einzig und allein durch eine blosse Beschreibung zu verschaffen. Um die Darstellung in erwünschter Weise einfacher zu machen, und um, wie ich hoffe, die Erlangung einer stereoskopischen Vorstellung zu erleichtern, habe ich da nach den Schnittserien eine Art Rekonstruktionsbilder von der Muskulatur angefertigt. Dieselben sind in den Figuren 10 und 11, Taf. 5/6, wiedergegeben.

Die Rekonstruktion ist in viermaliger Vergrößerung ausgeführt. Als Richtungslinie ist der Fornix conj. benutzt worden, der im Bilde durch die Kreislinie (Fig. 10, forn.) repräsentiert ist. Die gestrichelten Felder geben die Muskulatur an. Die roten Striche bezeichnen die bulbärwärts von der Gland. lacrimalis inf. gelegene Muskulatur. Die Ausdehnung der Muskulatur nach vorn und hinten wurde dadurch bestimmt, dass die Entfernung vom Fornix bis zur vorderen bzw. hinteren Grenze für das Vorkommen von Muskelbündeln auf den Schnitten gemessen wurde, wonach die entsprechend verlängerten Masse in die Figur eingetragen wurden. Solche Masse wurden mit äquatorialen Zwischenräumen von 0,5—1 mm im Fornix genommen, entsprechend 2 bzw. 4 mm auf der Kreislinie des Rekonstruktionsbildes. Die lokalen Differenzen in der quantitativen Entwicklung der Muskulatur sind in der Figur durch Verschiedenartigkeiten in der Dicke und Dichtheit der Striche innerhalb der gestrichelten Felder angedeutet, so dass dickere und dichter

liegende Striche eine kräftigere Muskulatur bezeichnen. Ausserdem ist auch die Hauptrichtung im Verlauf der Muskelfasern durch die Richtung der Striche angedeutet, wozu jedoch gleich bemerkt sei, dass die Figur in dieser Hinsicht als ganz schematisch aufzufassen ist und in bezug auf die Vielfältigkeit der vorkommenden Variationen im Laufe der Fasern keinen Anspruch auf allgemeine Gültigkeit macht. Schliesslich ist der Orientierung wegen die Lage des *M. levator p. s.*, der vier *Mm. recti*, des *M. obliq. inf.* und der *Glandula lacrimalis inf.* angegeben. — Die acht radiär laufenden Linien (12 bis 19) bezeichnen die Lage der acht Meridionalschnitte, die reproduziert worden sind (Figg. 12—19, Taf. 7/8 u. 9/10) und die dadurch, dass sie das natürliche Aussehen der Muskulatur, ihre Ausdehnung und Mächtigkeit in den verschiedenen Teilen des Umkreises zeigen, bezwecken, das Bild der peribulbären Muskulatur für den Leser lebendiger zu machen.

Der Rekonstruktionsmethode haften ein paar Fehlerquellen an. Erstens ist der Fornix conjunct., welcher im Bilde die Form einer Kreislinie erhalten hat, bekanntlich nicht ganz kreisförmig. Zweitens ist die glatte Muskulatur im Rekonstruktionsbilde auf eine durch die Fornixlinie gehende plane Fläche projiziert worden, während sie in Wirklichkeit auf ein sphärisch gewölbtes Gebiet verteilt ist; demzufolge ist das relative Mass des Umkreises des Muskelfeldes im Bilde nur in der Kreislinie selbst exakt geworden, wohingegen innerhalb dieser Linie befindliche Teile des Muskelfeldes einen etwas zu kleinen und ausserhalb liegende Teile einen etwas zu grossen peripheren Umfang erhalten haben. Indessen sind diese Fehlerquellen nicht von solcher Bedeutung, dass etwas Wesentliches von der Anordnung der Muskulatur im Rekonstruktionsbilde verloren gegangen oder falsch wiedergegeben worden wäre, sondern es dürfte dieses in der vorliegenden Form sehr wohl geeignet sein, seinen Zweck zu erfüllen und dem Leser zu einem plastischen Bild von der peribulbären glatten Muskulatur zu verhelfen.

Die Anatomie der peribulbären Muskulatur.

Ein Blick auf das Rekonstruktionsbild (Fig. 10, Taf. 5/6) gibt besser als Worte Auskunft über die Ausdehnung der Muskulatur.

Sofort fällt es in die Augen, dass die Muskulatur sich um die vordere Hälfte des Bulbus in einer fast kontinuierlichen Schicht ausbreitet. Eine Unterbrechung findet sich nur auf der lateralen Seite, wo Muskulatur in einer äquatorialen Ausdehnung fehlt, die in den von mir untersuchten Orbiten von Erwachsenen zwischen 3 und 7 mm gewechselt hat. Doch kann in gewissen Fällen auch in dieser Lücke hier und da ein unbedeutendes Muskelbündel angetroffen werden. Ferner ist auf dem Bilde zu beobachten, dass die Muskulatur nicht auf das Gebiet innerhalb der Kreislinie, d. h. auf die Augenlider vor dem Fornix beschränkt ist, sondern dass sie sich auch hinter dem Fornix verbreitet und zwar an bestimmten Stellen bis in recht ansehnliche Tiefe.

Die Ausdehnung der Muskelschicht in sagittaler Richtung ist in verschiedenen Teilen des Umkreises verschieden. Vergleicht man die Muskulatur mit einem — unvollständigen — Cylinder, so ist daher hinzuzufügen, dass der vordere und hintere Rand der verhältnismässig kurzen Cylinderwand beträchtlich uneben ist, da die Cylinderwand an verschiedenen Stellen des Umkreises eine verschiedene Länge hat. Weil die Muskelschicht dieselbe Wölbung hat wie der Bulbus, ist sie hinsichtlich ihrer Ausdehnung indessen besser mit einem ringförmigen, unregelmässig begrenzten Segment einer sphärischen Fläche zu vergleichen.

Nach vorn breitet sich die Muskulatur im oberen und unteren Augenlid bis in die Nähe des fixen Randes des Tarsus sup. et inf. aus; bei Föten habe ich einzelne kleinere Muskelbündel bis zum Tarsusrande und sogar bis zur Vorderseite des Tarsus gehen sehen. Nach der auf der lateralen Seite vor-

handenen Lücke in der Muskelschicht zu reichen die Muskelbündel nicht in die Augenlider hinaus, sondern hören schon in einiger Entfernung hinter dem Fornix auf. Bei dem medialen Augenwinkel endigen die vordersten Bündel in einer Entfernung von 1—1,5 mm hinter der Basis der Karunkel.

Nach hinten variiert die Ausdehnung in verschiedenen Teilen des Umkreises. Oft ist es indessen schwer, im einzelnen Falle die hintere Ausbreitung der Muskulatur exakt zu bestimmen, da eine scharfe Grenze nicht vorhanden ist, sondern die Muskulatur allmählich abnimmt und zuletzt nur aus vereinzelt, kleineren Bündeln besteht. Ausserdem kommen auch recht grosse individuelle Variationen vor. Mein Untersuchungsmaterial ist nicht gross genug gewesen, um mir zu gestatten, die Grenzwerte anzugeben. Die Durchschnittsmasse, welche ich gebe, können auch keinen Anspruch darauf machen, als sichere Mittelwerte zu gelten. Die Ziffern aber gewähren dem Leser dennoch, was damit bezweckt wird, nämlich eine Vorstellung von der ungefähren Ausdehnung der Muskulatur in sagittaler Richtung und von den diesbezüglichen Verschiedenheiten in den verschiedenen Teilen des Umkreises.

Die Muskulatur geht in den vier Quadranten weiter rückwärts als in dem vertikalen und horizontalen Meridian. In den von mir in Serien geschnittenen fünf Präparaten von erwachsenen Individuen sind Muskelbündel angetroffen worden hinter dem Fornix in einer Ausdehnung von:

	Max.	Min.	Mittel
Im lateralen oberen Quadranten	c. 13 mm	c. 10 mm	c. 11 mm
„ medialen „ „ „	„ 12 „	„ 6 „	„ 9 „
Auf der medialen Seite	„ 6 „	(hinter der Basis der Karunkel) „ 4 „	„ 5 „
Im medialen unteren Quadranten	„ 9 „	„ 6 „	„ 7 „
Auf der unteren Seite	„ 6 „	„ 3 „	„ 4 „
			(d. h. dicht hinter d. vorderen Rande d. M. obl. inf.)
Im lateralen unteren Quadranten	„ 10 „	„ 5 „	„ 7 „

Auf der oberen Seite des Bulbus richtet sich die Ausdehnung der Muskelschicht nach dem Beginn der Levatoraponeurose, indem die hintersten glatten Muskelbündel ein paar Millimeter weiter nach hinten angetroffen werden; in dem vertikalen Meridian entspricht dies gewöhnlich einem Punkte ein paar Millimeter hinter dem Fornix (Figg. 1 u. 10).

Da der Fornix (im vertikalen Meridian) sich 5—7 mm vor dem Äquator des Bulbus befindet, folgt aus dem vorstehenden, dass die Muskulatur zum grössten Teile um die vordere Hälfte des Bulbus herumliegt; doch überschreitet sie den Äquator an gewissen Stellen mit schwachen Bündeln.

In den fünf erwähnten Orbiten hat die Muskulatur durchschnittlich folgende meridionale Totalausdehnung gehabt:

Im lateralen oberen Quadranten	c. 16 mm
„ vertikalen Meridian oben	„ 10 „
„ medialen oberen Quadranten	„ 13 „ (variiert sehr)
„ horizontalen Meridian medial	„ 4 „
„ medialen unteren Quadranten	„ 11 „
„ vertikalen Meridian unten	„ 8 „
„ lateralen unteren Quadranten	„ 11 „

Zum Vergleich sei daran erinnert, dass der Durchmesser des Bulbus durchschnittlich 24 mm beträgt.

Die Muskulatur, welche sich auf diese Weise um den Bulbus herum ausbreitet, bildet nun im allgemeinen keine gegen die Umgebung scharf begrenzte, kompakte Muskelhaut, sondern besteht aus in fetthaltiges Bindegewebe eingelagerten Faserbündeln. Auch kommen diese Bündel nicht in einer überall gleichstarken und gleichförmigen Schicht vor, sondern es gibt in dieser Beziehung gewisse typische lokale Differenzen.

Nur im oberen Augenlid bildet die Muskulatur eine selbständige, von der Umgebung isolierbare Haut. Dort kann nämlich zwischen der Conjunct. palp. und der Aponeurose des Le-

vators eine gelb gefärbte Lamelle herauspräpariert werden, die sich unter dem Mikroskop als wesentlich aus glatter Muskulatur bestehend erweist (Figg. 1 u. 7, p. s.); die Räume zwischen den Muskelbündeln werden von Bindegewebe und Fett ausgefüllt (Fig. 13, Taf. 7/8). Die Lamelle, welche von der vorliegenden Levatoraponeurose leicht getrennt werden kann und sich auch, obwohl mit einiger Schwierigkeit von der *Conjunct. palp.* isolieren lässt, geht hinten von der unteren Seite des *M. levator p. s.* ein paar Millimeter hinter dem Beginn der Aponeurose dieses Muskels ab (Figg. 1 u. 13). Mikroskopisch sieht man die glatten Muskelbündel von der tiefen Seite des Levators in verschiedenen Richtungen hin in das zwischen den quergestreiften Muskelfasern vorhandene Bindegewebe eindringen (Fig. 13). Hier, gleich hinter dem Fornix, ist die Muskellamelle auch mit dem darunterliegenden oberflächlichsten Blatt der *Tenonschen* Kapselwand fest verbunden. Sie hat beim Abgang vom Levator dieselbe frontale Breite wie dieser, d. h. 15—20 mm. Nach vorn setzt sich die Lamelle, die in der Mitte eine sagittale Ausdehnung von reichlich 1 cm hat, an dem oberen Rande des Tarsus an (Figg. 1 u. 7). Am Tarsusrande ist sie etwas breiter als hinten; indessen ist es zufolge ihres Verhaltens nach den Seiten hin schwer, hier ein exaktes Mass anzugeben. Sie verhält sich auf der lateralen und medialen Seite verschieden.

Bei der Präparation findet man, dass die Lamelle nach der lateralen Seite hin allmählich dünner wird und in nicht unbedeutender Entfernung von der lateralen Orbitalwand unmerklich endet. Sie ruht hier auf der *Gland. lacrimal. inf.*, die mit ihrer medialen Spitze sich von der lateralen Seite zwischen die Lamelle und die *Conj. palp. resp. Pars palpebr. C:ae T.* hineinschiebt. Auf den Mikrotomschnitten zeigt es sich indessen, dass diese auf der *Gland. lacrimal. inf.* ruhende Lamelle nur einen geringen Teil der Muskulatur im oberen lateralen Quadranten enthält. An dem medialen Rande der *Gland. lacrimal. inf.* spaltet

sich nämlich die sonst einheitliche Muskelschicht in zwei Schichten, welche auf je einer Seite der unteren Tränendrüse liegen (Fig. 10). Die eine — schwach und von geringer Ausdehnung — ist die eben erwähnte, die die mediale Partie der Drüse deckt. Die andere — bedeutend mächtiger und von weit grösserer Ausdehnung — liegt unter der Tränendrüse in der Wand der C. T.; die Muskelbündel sind nämlich in das äussere der zwei Blätter eingesprengt, in welche die Kapselwand hier gespalten werden kann (vgl. Figg. 10 u. 12). Diese tiefe Schicht umfasst die Hauptmasse der Muskulatur im oberen lateralen Quadranten und erstreckt sich mit abnehmender Mächtigkeit bis in die Nähe des lateralen Augenwinkels. Ihre Ausdehnung nach hinten ist oben (S. 204) angegeben. Nach vorn geht sie im medialen Teile ungefähr bis zum Fornix, durchbricht bei oder gleich hinter dem Fornix die Gland. lacrimal. inf. und vereinigt sich mit der oberflächlichen Schicht, welche auf der Vorderseite (Oberseite) der Drüse im Augenslide selbst liegt (Fig. 12). Im lateralen Teile reicht die Muskelschicht nicht bis zum Fornix und durchbricht die Drüse nicht (vgl. Fig. 10).

Nach der medialen Seite hin, wo die Muskelschicht ungespalten bleibt, behält die Lamelle ihre Dicke bei und zeigt hier einen nach hinten wenigstens gewöhnlich ziemlich gut markierten Rand, der mit dem entsprechenden Rande der Levatoraponeurose zusammenfällt und mit dieser zusammen vor der prätrochlearen Scheide des M. obliq. sup. in der Richtung zum medialen Ende des oberen Tarsalrandes hinabbiegt. Nach vorn wird der Rand, längs welchem zwischen der Lamelle und der Levatoraponeurose eine festere Adhärenz als sonst herrscht, diffus und geht in die darunterliegende Tenonsche Kapsel über. Dieser mediale Rand gibt sich auf den meridionalen Mikrotomschnitten gewöhnlich dadurch zu erkennen, dass die starke Muskelschicht, welche zur Lamelle gehört, an einer bestimmten Stelle nach hinten zu plötzlich entweder ganz aufhört

oder an Mächtigkeit verliert, so dass weiter rückwärts nur vereinzelte unansehnliche und meist auch in anderer Richtung verlaufende Muskelbündel angetroffen werden (Fig. 19, Taf. 9/10); diese schwachen, hinteren Muskelbündel, welche zur Muskulatur im oberen medialen Quadranten gehören, liegen in der Tenonschen Kapselwand¹⁾ selbst.

In dem ganzen übrigen Teile des Umkreises liegen die Muskelbündel ebenfalls in der Tenonschen Kapselwand eingesprengt und zwar mehrenteils in ihrer oberflächlichen Schicht (Figg. 1 u. 2). Auf der unteren Seite des Bulbus sind die hintersten Bündel in diejenige Schicht der Kapselwand eingestreut, welche den M. obliq. inf. und rectus inf. trennt (Fig. 1, p. i.). In dem unteren Augenlide sind sie in die Pars palpebralis der Kapsel zwischen der Conj. palp. und dem Sept. orbitale eingelagert (Fig. 1); die vordersten Bündel liegen in einiger Entfernung von dem unteren Rande des Tars. inf., wo sich die Pars palp. C:ae T. ansetzt.

Die Muskulatur ist in verschiedenen Teilen des Muskel-feldes verschieden mächtig. Davon legen die Meridionalschnitte Zeugnis ab (Figg. 12—19, Taf. 7/8 u. 9/10). Am mächtigsten ist sie im oberen Augenlide (Fig. 13) und in dem medialen Teile des oberen lateralen Quadranten (Fig. 12). Die Muskelbündel sind hier kräftig und liegen verhältnismässig dicht in einer Schicht, die im oberen Augenlid eine Dicke bis zu ca. 1 mm zeigt. — Schwächer ist sie im unteren lateralen Quadranten (Fig. 18) und im unteren Augenlid (Fig. 17); doch trifft man auch hier recht kräftige Bündel

¹⁾ Im oberen medialen Quadranten weist die glatte Muskulatur grosse individuelle Variationen auf. In den Fällen, welche ich untersucht habe, ist die mediale Grenze der erwähnten Muskellamelle auf den Meridionalschnitten gewöhnlich dadurch markiert gewesen, dass die Muskelschicht in ihrem vorderen Teil bis zu einem gewissen Punkt bedeutend kräftiger war und die Muskelbündel in anderer Richtung gingen als im hinteren Teile. In drei Fällen habe ich die Anordnung ungefähr so gefunden, wie es im Rekonstruktionsbilde dargestellt ist (Fig. 10.)

an. Auf der unteren Seite des Bulbus sind die Muskelbündel schwach und spärlich unmittelbar hinter dem Fornix; weiter hinten werden sie aber gewöhnlich wieder reichlicher, ohne jedoch eine kompakte Masse zu bilden (Fig. 17). — Auch auf der medialen Seite des Bulbus sind die Muskelbündel zahlreich; sie liegen zerstreut in der hier dicken Kapselwand innerhalb eines Gebietes, das auf Horizontalschnitten an der breitesten Stelle eine Dicke von 1,5—2 mm haben kann (Fig. 15). — Im medialen unteren und medialen oberen Quadranten liegen die Muskelbündel, die hier im allgemeinen schwach sind, in der Kapselwand noch einzelner. Sie sind zahlreicher in dem unteren als in dem oberen Quadranten. Auf einem Meridionalschnitt vom unteren medialen Quadranten nehmen sie ein Gebiet ein, welches an der mächtigsten Stelle 1—1,5 mm in Dicke messen kann, das aber im grösseren Teil seiner meridionalen Ausdehnung meistens bedeutend schmaler ist (Fig. 16). Im oberen medialen Quadranten habe ich die Muskulatur immer schwach gefunden (Figg. 14 u. 19).

Hinzuzufügen ist schliesslich, dass die Muskelbündel sowohl an Stärke wie an Menge überall nach der Peripherie des Muskelfeldes abnehmen, so dass man dort nur spärliche, kleinere Bündel findet. So hört die Muskulatur nicht plötzlich auf, sondern allmählich sowohl nach hinten — längs dem hinteren Rande des Muskelfeldes — wie nach vorn gegen den fixen Rand der Tarsi und die Basis der Karunkel; ebenso verhält es sich nach der „Lücke“ hin auf der lateralen Seite (vgl. Fig. 10). — Die Mächtigkeit der Muskulatur wechselt auch individuell.

Wo die Muskelbündel dicht gehäuft sind, verbinden sie sich mehr oder weniger zu einem Netzwerk miteinander. Sonst liegen sie isoliert in das fettinfiltrierte Bindegewebe (Kapselwand) eingestreut.

Die Muskelbündel gehen in so gut wie allen Richtungen, und Muskelbündel mit verschiedenem Verlauf sind dem Anscheine nach regellos durcheinander gemischt. Da ausserdem individuelle Variationen vorkommen, ist die Feststellung einer eventuell vorhandenen Gesetzmässigkeit des Verlaufes äusserst schwierig. Obgleich ich nicht wage, mich in dieser Frage auf Grund der bisher gemachten Beobachtungen mit Bestimmtheit zu äussern, glaube ich doch folgendes als typisch und charakteristisch gefunden zu haben, wobei indes zu bemerken ist, dass Bündel, welche als in einer gewissen Richtung gehend angegeben werden, nicht alle einander genau parallel verlaufen, sondern nur annähernd in derselben Richtung gehen.

Im lateralen oberen Quadranten können zwei Hauptrichtungen unterschieden werden (vgl. hier und im folgenden Fig. 10). Die Muskelbündel gehen teils mehr oder weniger meridional nach vorn gegen das Augenlid, teils — in grosser und sogar der grössten Anzahl — äquatorial, so dass sie auf Frontalschnitten durch die Orbita der Länge nach geschnitten werden (Fig. 20, Taf. 9/10). Diese äquatorial verlaufenden Bündel liegen hier zum grossen Teil gewöhnlich tiefer (näher dem Bulbus) als die meridionalen.

Im oberen Augenlide — entsprechend der isolierbaren Muskellamelle — geht die Hauptmasse der Muskelbündel mehr oder weniger in sagittaler Richtung, auf den Seiten mit einer Deviation nach dem medialen bzw. lateralen Augenwinkel. Ausserdem sind gewöhnlich einige wenige äquatorial gehende Bündel zu bemerken.

In dem oberen medialen Quadranten, wo die Muskulatur schwach ist, scheinen die Bündel in der Regel hauptsächlich meridional zu verlaufen mit eingestreuten äquatorialen Fasern.

Auf der medialen Seite gehen die Muskelbündel ebenfalls hauptsächlich in zwei Richtungen: die Mehrzahl hat meri-

dionalen oder überwiegend meridionalen Verlauf; eine oft nicht unbedeutende Anzahl geht äquatorial.

Im unteren medialen Quadranten, unteren Augenlid und unteren lateralen Quadranten ist es schwerer, bestimmte Hauptrichtungen zu unterscheiden. Die meisten Bündel sind zwar mehr oder weniger nach vorn gerichtet. Ein grosser Teil von ihnen geht aber doch nicht ganz sagittal, sondern schräg in einer Weise, die kurz vielleicht so zu bezeichnen wäre, dass sie nach dem inneren Augenwinkel hin streben; einen solchen Verlauf haben besonders die kräftigen Muskelbündel im unteren lateralen Quadranten. Überdies sieht man auch hier äquatoriale Bündel.

Die Anzahl Faserbündel mit mehr oder weniger äquatorialem Verlauf ist im ganzen recht erheblich, doch verschieden bei verschiedenen Individuen.

Aus dem Vorstehenden dürfte es klar sein, dass man den Ursprung und den Ansatz der glatten Muskulatur um den Bulbus herum nicht in derselben Weise angeben kann wie für die Skelettmuskeln. Es wäre im allgemeinen wenig exakt, als Ursprung und Ansatz eines gewissen Gebietes der Muskelschicht einen hinteren bzw. vorderen Punkt, eine Linie oder dgl. anzugeben. Dies lässt sich nur in bezug auf die zu der isolierbaren Muskellamelle im oberen Augenlid gehörende Muskulatur tun. Diese Partie der peribulbären Muskelschicht entspringt von der unteren Seite des Levators gleich hinter der Aponeuroseengrenze und ausserdem von der darunterliegenden Kapselwand. Sie inseriert am oberen Rande des Tarsus sup. dadurch, dass die betreffende Lamelle sich dort anheftet. Dabei wird diese aber vorn nach dem Tarsus hin immer ärmer an Muskulatur, so dass sie innerhalb eines ca. 1 mm breiten Streifens nächst dem Tarsus fibröse Natur erhält. Aber doch nicht rein collagene, denn die Lamelle enthält dort auch eine nicht unbedeutende Menge meist feiner, elastischer Fasern,

welche vom Tarsus hinauf zwischen den Muskelbündeln verfolgt werden können. Die Muskulatur im unteren Augenlid inseriert in ähnlicher Weise am fixen Rande des Tarsus inf. Man könnte von ihr ebenso wie von dem restierenden Teil der Muskulatur vielleicht sagen, dass sie ihren Ursprung von der C. T. nimmt — auf der unteren Seite des Bulbus zwischen dem M. rectus inf. und dem M. obliq. inf. 3—4 mm hinter dem Fornix. Dies ist aber doch nicht, einen adäquaten Ausdruck zu benutzen, da ja die ganze Muskulatur in der Kapselwand eingeschlossen ist. Die äquatorial verlaufenden Bündel sind in ihrer Anordnung am nächsten mit einem Sphinkter zu vergleichen.

Schliesslich ist zu erwähnen, dass schwache Muskelbündel ausnahmsweise auch an anderen Stellen in der Umgebung des Bulbus als an den eben angegebenen gefunden werden können. So habe ich in zwei Fällen einige unbedeutende Bündel in der Kapselwand in der Gegend des Äquators unter dem M. levator palp. sup. beobachtet, in einem anderen Fall in der Lippe des Kapselschlitzes für den M. rectus medialis. In vier Fällen habe ich recht zahlreiche äquatoriale Muskelbündel in der Levatoraponeurose dicht vor dem roten Muskelfleisch gesehen (Fig. 13). Dagegen habe ich die auf der medialen Seite des Bulbus gelegene Muskulatur niemals sich bis in die Plica semilunaris fortsetzen sehen.

Bei den Föten habe ich gefunden, dass die Muskulatur im ganzen dieselbe Anordnung wie bei Erwachsenen hat, sie ist aber schwächer. In einem Falle kamen nicht nur auf der lateralen Seite, sondern auch im oberen und unteren medialen Quadranten Unterbrechungen vor, so dass das Muskelfeld in drei Abschnitte, wie Fig. 11, Taf. 5/6, es zeigt, geteilt war.

Kritik. Die Einteilung der Muskulatur.

Es dürfte klar sein, dass grosse Teile der glatten Muskulatur um den Bulbus herum der Aufmerksamkeit älterer Forscher

entgangen sind. Es herrscht kein Zweifel, dass G r o y e r s und L a n d s t r ö m s Angaben in der Hinsicht richtig sind, dass es in der Umgebung des Auges bedeutend mehr glatte Muskulatur gibt als nur die in den Augenlidern vor dem Fornix befindliche, die den gewöhnlichen Beschreibungen gemäss die M ü l l e r s c h e n Mm. palpebr. s. tarsales ausmachen soll, und die früher, wenn auch nicht alle in der Literatur erwähnte peripulbäre glatte Muskulatur, so doch alle solche von unumstrittener Existenz umfasst hat. Kommt demnach Groyer und Landström auch unbestreitbar das Verdienst zu, Muskulatur ans Tageslicht gezogen zu haben, die bis dahin übersehen oder geleugnet worden war, so scheinen mir doch beide in einigen Hinsichten sich betreffs der Anordnung der Muskulatur geirrt zu haben.

Ich vermag Groyer nicht beizustimmen, wenn er behauptet, dass die Muskelschicht einen um den Bulbus herum vollständig geschlossenen Ring bildet, der von der orbitalen Seite der vier geraden Augenmuskeln mittels ebenso vieler fibro-elastischer Stränge seinen Ursprung nimmt. Wenn die peribulbäre Muskulatur auch bei den Säugetieren nach diesem Prinzip angeordnet ist, so ist das doch nicht beim Menschen der Fall. Denn hier ist die Muskelschicht auf der lateralen Seite des Bulbus stets mehr oder weniger unterbrochen. Und besässe der Muskelring den genannten Ursprung, so müssten wohl die Muskelbündel sich weiter oder mindestens ebenso weit nach hinten an den geraden Augenmuskeln erstrecken, wie in den Intervallen zwischen ihnen. Wie erwähnt, verhält es sich aber in dieser Hinsicht umgekehrt: die Muskelbündel können bedeutend weiter nach hinten in die Räume zwischen den Augenmuskeln verfolgt werden als an diesen, wo die Bündel schon in verhältnismässig kurzem Abstände vom Fornix aufhören und am M. rectus lat. geradezu so gut wie fehlen. Die makroskopische Präparation legt auch nicht den Gedanken an

eine Anordnung wie die von Groyer angegebene nahe. Indessen kann man — was den Menschen betrifft — verstehen, wie Groyer zu seiner Auffassung hat kommen können. Die glatte Muskulatur liegt ja hinten in der C. T., und die Kapsel ist mit einem jeden der vier geraden Muskeln durch eine fibro-elastische Scheide verbunden, die besonders mit ihrem orbitalen Blatte nach hinten zu kräftig mit ihrem Muskel verlötet ist. Auf Mikrotomschnitten, die in vertikaler oder horizontaler Richtung so durch die Orbita gelegt sind, dass sie die Mm. recti getroffen haben, kann daher das orbitale Blatt der Muskelscheide nebst seiner vorderen Fortsetzung — der Kapselwand — als ein fibro-elastischer Strang erscheinen, mittels dessen die in der Kapselwand eingelagerten glatten Muskelbündel in gewisser Weise als von der orbitalen Seite des quergestreiften Muskels entspringend bezeichnet werden können. Wird aber die mikroskopische Untersuchung mit makroskopischer Präparation kombiniert, so dürfte man sich nicht versucht fühlen, dem Schnittbilde eine solche Deutung zu geben.

Wegen der grossen funktionellen Bedeutung, die Landström der nach ihm benannten Muskulatur sowohl in physiologischem als auch besonders in pathologischem Zustande zugesprochen hat, ist es ja von grossem Interesse zu erfahren, welchen Teil der peribulbären Muskulatur Landström beschrieben hat, und inwieweit seine Beschreibung richtig ist. Was bedeutet der „Landströmsche Muskel“?

Mit Hilfe der Fig. 10 ist die Antwort darauf leicht zu geben. Landström hat zu einem einheitlichen und selbständigen Muskel zusammengefasst und als solchen beschrieben nahezu all die Muskulatur, die in der Figur nach aussen von der zirkulären Fornixlinie liegt; ausgenommen ist hauptsächlich die Partie an der oberen Seite, die mit der Breite des Levators zusammenfällt. Inwieweit man sagen kann, dass diese Muskulatur einen Cylinder um die vordere Hälfte des

Bulbus herum bildet, geht aus der Figur und aus der im vorhergehenden gelieferten Beschreibung hervor. Landström hat selbst darauf hingewiesen, dass der „Cylinder“ eine Lücke im oberen Umfange, entsprechend der Breite des Levators, aufweist, sowie dass die „Cylinderwand“ auf der lateralen Seite schwach ausgebildet ist; richtiger wäre es gewesen zu sagen, dass eine Lücke auch an der letzteren Stelle vorhanden ist.

Von dem so abgegrenzten Gebiet der peribulbären Muskelschicht hat Landström gesagt, dass es nach vorn hin sich am Septum orbitale befestigt und nach hinten zu in der Höhe des Äquators Bulbi „an dem festen Bindegewebe, das ungefähr bis zum Fornix den vorderen Teil des Bulbus umschliesst“. Da dieses feste Bindegewebe nichts anderes als die Wand der C. T. ist, so ist Landströms Angabe über die hintere Insertion der Muskulatur insofern richtig, als die Muskelbündel dort eingesprengt liegen; es ist jedoch hinzuzufügen, dass die Bündel nicht allwärts so weit nach hinten wie bis zum Äquator gehen, während sie an anderen Stellen denselben sogar überschreiten.

Dagegen muss die Angabe bezüglich der vorderen Insertion der Muskulatur berichtigt werden. Die Muskelbündel können nicht, auch wenn Mikrotomschnitte von gewissen Teilen des Umkreises her möglicherweise eine solche Vorstellung zu erwecken geeignet sind, als am Septum orbitale sich befestigend bezeichnet werden. In der oberen Hälfte des Umkreises liegt die Levatoraponeurose zwischen dem Septum und der Muskelschicht (Fig. 1), weshalb schon aus topographischen Gründen die fraglichen Muskelbündel in dem oberen lateralen und medialen Quadranten nicht die erwähnte Befestigung erhalten können. — Auf der unteren Seite des Bulbus wie auch in dem unteren lateralen und medialen Quadranten stellen sich zwar keine topographischen Hindernisse der Insertion der

Muskelschicht am Septum in den Weg. Denn dieses legt sich hier in der Gegend des Fornix an die C. T. bzw. die zum Augenlid hinziehende Pars palpebralis derselben, in welcher die glatte Muskulatur eingeschlossen ist, an (Fig. 1). Da man aber bei der Präparation findet, dass das Septum ziemlich leicht sich von der Tenonschen Kapsel und deren Fortsetzung in das Augenlid hinein freimachen lässt, so kann es kaum richtig sein, die Insertion der hinter dem Fornix in der Kapselwand eingelagerten Muskelbündel nach diesem Septum zu verlegen. — Auf der medialen Seite findet man schliesslich ein Bild, das am ehesten Landströms Beschreibung entspricht, und Landström scheint übrigens auch seine Auffassung von dem vorderen Ansatz der Muskulatur in ihrem ganzen Umkreise wesentlich hierauf gegründet zu haben.

Das Septum orbitale und die Kapselwand mit ihrer Muskulatur stossen auf der medialen Seite des Bulbus, wie im vorhergehenden beschrieben worden ist, an der Basis der Karunkel unter nach vorn gerichteten Winkel zusammen (Figg. 2 u. 4). Der Winkelraum ist von Fett ausgefüllt, und das Fett wird von Bindegewebszügen durchzogen, die von der Kapselwand aus mehr oder weniger in der Richtung nach vorn und nasalwärts nach dem Septum hin verlaufen können; die Kapselwand selbst ist von Fettzellen infiltriert und zersprengt (Fig. 4). Infolgedessen gewährt ein Horizontalschnitt an dieser Stelle unter dem Mikroskop ein Bild, das für Landström in der Frage nach der vorderen Insertion des neuen Muskels entscheidend geworden zu sein scheint, und das er mit folgenden Worten beschrieben hat: „Alle Muskelbündel setzen sich in feste Bindegewebsstränge fort, die den Eindruck von Sehnen machen, welche von Fettgewebe umgeben sind, das sicher ermöglicht, dass die Muskelkontraktionen sich schnell und ohne Hindernis abspielen kann. Die Bindegewebsstreifen breiten sich nach vorn aus und inserieren an dem Septum orbit., wobei

die kräftigsten Bündel sich nahe der Umbiegungsstelle der Conjunctiva anheften, die übrigen sich an dem dem Fornix zunächst liegenden Teile des Septum orbit. festsetzen.“ „Die kräftigsten Bündel“, von denen Landström spricht, sind in Wirklichkeit Bestandteile der Kapselwand, die hier nach vorn hin mit der Basis der Karunkel verschmilzt; und da auch das Septum orbitale hier hinter dem Horner'schen Muskel nach vorn und aussen zur Kapselwand und Karunkel hinzieht, können die Muskelbündel an dieser Stelle vielleicht mit gewissem Fug als sich am Septum inserierend bezeichnet werden. Da indessen einerseits die schwache Septumlamelle nicht imstande sein kann, für die Muskelbündel eine feste Insertionsfläche abzugeben, gleichwohl aber andererseits eine Verschiebung dieser Partie der Kapselwand nach hinten nur in geringerer Ausdehnung möglich ist — hauptsächlich infolge des Zusammenhanges mit dem Lig. palp. med. — so ist es vielleicht nicht recht glücklich, in dem Septum die Insertionsstelle der Muskelbündel zu erblicken. Was schliesslich die übrigen, schwächeren Bindegewebszüge, die mehr medianwärts nach der Hinterseite des Septums hinstreben, betrifft, so erweisen sie sich bei der Präparation als so wenig stark und so locker mit dem Septum zusammenhängend, dass sie nicht gut als Bildungen mit Sehnenfunktion betrachtet werden können.

Ich kann nun meinstenfalls im ganzen genommen nicht finden, dass die peribulbäre Muskulatur in der Gegend des Fornix, d. h. an der vorderen Grenze der Landström'schen Muskelschicht, einen besonderen Ansatz besitzt. An solchen Stellen des Umkreises, wo die Muskelschicht den Fornix überschreitet und sich in die Augenlider hinein fortsetzt, darf man wohl sagen, dass die hinter dem Fornix in der Kapselwand belegenen Muskelbündel dieselbe vordere Insertion wie die Bündel in den Augenlidern haben (d. h. der Tarsusrand). Zwischen den ersteren und den letzteren besteht kein solcher Unterschied in der An-

ordnung, dass man von einer besonderen Insertion der ersteren sprechen kann. Und wo die Muskulatur der Kapselwand den Fornix nicht überschreitet, enden die Muskelbündel nach vorn zu ohne weiteres in der Kapselwand, gleichwie sie nach hinten hin daselbst beginnen. Auch wenn sie an den Fornix heranreichen, setzen sie nicht an die *Conjunctiva fornicis* an.

Dem Leser ist es nun möglich, selbst zu entscheiden, inwieweit Anlass vorliegt, *Kraus*'s Worte zu unterschreiben, „dass die anatomischen ... Voraussetzungen ... *Landström*'s nicht zutreffend sind“. Wenn nun auch dieses Urteil bis zu einem gewissen Grade richtig ist, so folgt daraus doch nicht, dass der sog. *Landström*'sche Muskel, wie *Fründ* behauptet, nur ein Teil der seit alters bekannten *Müllerschen* Augenlidmuskeln sei.

H. Müller selbst hätte diese Ansicht *Fründ*'s kaum geteilt. Denn nachdem er die zwei glatten Muskeln in den Augenlidern beschrieben, fügt er ja hinzu, dass ausserdem schwache Muskelbündel gegen die *Plica semilunaris* hinziehen. Diese schwachen Muskelbündel entsprechen natürlich, wie auch *Landström* angenommen hat, einem Teil der *Landström*'schen Muskulatur, nämlich der Partie an der medialen Seite. Es dürfte nach dem im vorhergehenden Gesagten nun ohne weiteres klar sein, dass diese Muskulatur an der medialen Seite des Bulbus nicht zu den *Müllerschen* Augenlidmuskeln, so wie diese allgemein beschrieben und definiert worden sind, gerechnet werden kann. Aber auch abgesehen hiervon dürfte es wohl wenig zweckmässig sein, die mehrerwähnte mediale Muskelportion, von der sich nicht annehmen lässt, dass sie auch nur im mindesten auf das obere oder untere Augenlid einwirken kann, und die wahrscheinlich als ein phylogenetischer Rest der bei Tieren — z. B. beim Hunde, wo ich mich selbst von den betreffenden Verhältnissen überzeugt habe — zum dritten Augenlid hin verlaufenden Mus-

kulatur aufzufassen ist, auf die beiden Müllerschen Augenlidmuskeln zu verteilen und mit Fründ zu sagen, dass diese beiden Muskeln an der medialen Seite des Bulbus ineinander übergehen. Auf eine solche Einteilung der Muskulatur um das Auge herum liesse sich mit Fug der Ausdruck anwenden, mit welchem Fründ den von Landström zwischen seiner Muskulatur und den Müllerschen Augenlidmuskeln aufgestellten Unterschied charakterisiert hat, nämlich dass sie „konstruiert“ ist.

Was den Rest des Landströmschen Muskels anbelangt, so stellt sich die Sache in gewisser Hinsicht anders. Soviel ist einerseits sicher, dass auch diese Teile nicht innerhalb der alten Grenzen der Müllerschen Augenlidmuskeln fallen. Andererseits aber dürfte es schwer sein, an diesen Grenzen festzuhalten. Da die fraglichen Teile der Landströmschen Muskulatur kontinuierlich in die alten Müllerschen Augenlidmuskeln übergehen, und da die erstere Muskulatur ebensowohl wie die letztere imstande sein muss — soweit die Muskelfaserzellen den für den Zweck erforderlichen Verlauf haben — auf die Augenlider einzuwirken, so gibt der Umstand, dass ein Teil der peribulbären Muskelschicht sich hinter dem Fornix ausdehnt, keinen Grund für eine Aufteilung der Muskelschicht längs einer in die Gegend des Fornix verlegten Grenzlinie ab. Wenn aber demnach die fraglichen Teile der Landströmschen Muskulatur mit den Müllerschen Augenlidmuskeln vereinigt werden und für die so vereinigte Muskulatur der alte Name „Müllersche Augenlidmuskeln“ beibehalten wird, so muss gleichzeitig gesagt werden, dass diesem Begriff — Müllersche Augenlidmuskeln — ein weiterer Umfang als der traditionelle gegeben worden ist, indem die hintere Grenze der Muskeln von ihrer alten Stelle in der Gegend des Fornix eine Strecke weit nach hinten verrückt worden ist.

Mit Fründ behaupten zu wollen, dass der sog. Land-

strömsche Muskel nichts anderes als Teile der alten Müllerschen Augenlidmuskeln darstellt, heisst unter allen Umständen Landström Unrecht tun und sich selbst eines Irrtums schuldig machen.

Wie es sich mit den Muskeln verhält, die Sappey unter dem Namen „les muscles orbitaires int. et ext.“ beschrieben hat, wird durch eine Zusammenstellung dessen klar, was einerseits bezüglich der sog. Fascikel des M. rectus med. und lat. und andererseits bezüglich der Ausdehnung und Lage der glatten Muskulatur um den Bulbus herum gesagt worden ist. Es ist im vorhergehenden nachgewiesen worden, dass die fraglichen Fascikel gar nicht präformiert in der Form vorhanden sind, die von Sappey und anderen beschrieben worden ist, dass sie aber künstlich aus dem Bindegewebsapparat um das Auge herum hergestellt werden können, nämlich durch Kombination des orbitalen Blattes der Scheide des inneren bzw. des äusseren geraden Muskels mit dem davor liegenden Teil der Tenonschen Kapselwand, wozu auf der medialen Seite das Septum orbitale hinter dem Horner'schen Muskel und auf der lateralen Seite des Retinaculum oculi lat. kommt (vgl. Fig. 2, Taf. 1/2). Die in diesen artifiziellen Fascikel eingehenden Partien der Kapselwand schliessen nun der vorhergehenden Beschreibung gemäss glatte Muskulatur in sich, und diese entspricht offenbar Sappeys Muskeln.

An der medialen Seite ist es die glatte Muskulatur, die in der Kapselwand hinter der Karunkel liegt (Fig. 2). Sappeys „muscle orbitaire int.“ ist offenbar ein Teil der auf der medialen Seite des Bulbus belegenen Muskulatur, von der Müller einen Schimmer gesehen haben muss, wenn er von schwachen Muskelbündeln gegen die Plica semilunaris hin spricht, und die später Groyer und noch ausführlicher Landström ihrer ganzen Ausdehnung nach beschrieben haben. — Die in den sog. laterale Fascikel eingehende Partie der Kapselwand

entspricht ihrer Lage nach am ehesten der lateralen Lücke der peribulbären Muskelschicht; man sollte folglich erwarten, dass dieser „Fascikel“ glatte Muskulatur entbehrte oder höchstens nur vereinzelt Bündel davon enthielte. Wenn indessen die Kapselwand bei der Präparation in grösserer äquatorialer Ausdehnung mitgenommen wird, so dass der laterale „Fascikel“ ansehnlich breit gemacht wird, so kann es natürlich kommen, dass die Muskulatur in dem oberen lateralen und ev. auch die in dem unteren lateralen Quadranten zu grösserem oder geringerem Teile dem „Fascikel“ einverleibt wird, wodurch dieser muskulöse Elemente vor allem am oberen und ev. auch am unteren Rande erhält. Da nun Sappey die Muskulatur im unteren Augenlide sowie an der unteren Seite des Bulbus überhaupt nicht kannte, und da er ferner angegeben hat, dass „le muscle orbitaire ext.“ mit „le muscle orbito-palpébrale“ (d. h. dem Müllerschen oberen Augenlidmuskel) zusammenhängt, so dürfte es ziemlich sicher sein, dass, was Sappey bei der Beschreibung des „muscle orbit. ext.“ vor Augen gehabt hat, hauptsächlich ein Teil der in dem oberen lateralen Quadranten der C.T. eingelagerten Muskulatur ist. Sappeys „muscle orbit. ext.“ ist demnach meines Erachtens gleichfalls ein Teil der Landströmschen Muskulatur.

Ich vertrete folglich bezüglich der Existenz der Sappeyschen Muskeln eine andere Auffassung als deutsche Autoren (Merkel-Kallius, Gerlach) und als Landström, der, durch die deutschen Darstellungen beeinflusst, erklärte, „dass eine den von Sappey beschriebenen äusseren und inneren orbitalen Muskeln entsprechende Muskulatur gar nicht existiert“. Es ist zwar wahr, dass um den Bulbus herum keine glatte Muskulatur vorhanden ist, die sich an der medialen und lateralen Orbitalwand ansetzt, oder bei der die Hauptmasse der Muskelbündel in solcher Richtung verläuft, wie Sappey es angegeben hat. Daraus ist man wohl jedoch nicht

berechtigt zu schliessen, dass Sappey überhaupt keine Muskulatur an den Stellen gesehen hätte, an die er seine beiden Muskeln verlegt hat. Die Muskeln sind von Sappey nicht korrekt beschrieben, was mit seiner irrtümlichen Auffassung der dahingehörigen „Fascikel“ zusammenhängen dürfte. Für denjenigen aber, der sich eine klare Vorstellung nicht nur von der glatten Muskulatur in der Umgebung des Bulbus, sondern auch — was übrigens eine notwendige Voraussetzung für die Beurteilung dieser Muskulatur ist — von dem Bindegewebsapparat daselbst verschafft, kann kein Zweifel darüber obwalten, dass die Sappeyschen Muskeln gewissen Teilen und zwar den ebengenannten Teilen der fraglichen Muskulatur entsprechen. Sollten Irrtümer in Sappeys Beschreibung einen genügenden Grund abgeben, um den Sappeyschen Muskeln sogar die Existenz abzuerkennen, so müsste — um nur ein Beispiel zu nennen — der von Sappey gleichzeitig beschriebene „*muscle orbito-palpébrale*“ das gleiche Schicksal teilen, das man den „*muscle orbitaires int. et ext.*“ hat bereiten wollen, denn Sappey hat auch von diesem Muskel gesagt, dass er sich an der medialen und lateralen Orbitalwand befestigt. Diese irrtümliche Angabe dürfte jedoch niemand zu der Behauptung verleiten, dass die Muskulatur, die Sappey als „*muscle orbito-palpébral*“ bezeichnet hat, gar nicht existieren sollte.

H. Virchows Angabe, dass „an dem glatten Muskel des unteren Lides zwei Züge sich erkennen lassen, deren einer in die *Conjunctiva bulbi* übergeht“, kann ich nicht bestätigen.

Was zuletzt die Einteilung der peribulbären Muskulatur betrifft, so scheint man darin zweckmässigerweise drei Teile unterscheiden zu können:

1. Eine *Pars superior*; sie umfasst unter anderem den alten Müllerschen oberen Augenlidmuskel, d. h. die

Muskellamelle, die in dem oberen Augenlid herauspräpariert werden kann.

2. Eine Pars inferior; sie umfasst unter anderem den alten Müllerschen unteren Augenlidmuskel.

3. Eine Pars medialis.

Die Grenze zwischen der Pars sup. und der Pars inf. wird von der „Lücke“ an der lateralen Seite gebildet. Zwischen der Pars sup. und der Pars medialis scheint sie in den auch an meridionalen Mikrotomschnitten zu beobachtenden medialen Rand der isolierbaren Muskellamelle im oberen Augenlide verlegt werden zu können. Die Pars inf. und die Pars med. gehen in dem medialen unteren Quadranten mehrenteils ohne markierte Grenze ineinander über. — Die Landströmsche Muskulatur ist in allen drei Teilen enthalten.

Die ganze peribulbäre Muskulatur dürfte unter einem gemeinsamen Namen zusammengefasst werden können. Als solchen möchte ich die Bezeichnung *M. capsulo-palpebralis* vorschlagen.

c) Die Funktion der peribulbären Muskulatur.

Auch wenn man nicht vorbehaltlos Henles Ausspruch unterschreiben will, dass die Funktion der glatten Augenlidmuskeln rätselhaft ist, so muss man doch gestehen, dass unsere exakte Kenntnis in dieser Beziehung verhältnismässig unbedeutend ist. Werden in der Literatur vorkommende Angaben über die Wirkungen der peribulbären Muskulatur zusammengestellt, so kommt man freilich zu dem Ergebnis, dass dieser Muskulatur eine vielseitige Bedeutung zuerkannt worden ist, gleichzeitig aber ist hinzuzufügen, dass die Mehrzahl der Angaben Hypothesen darstellen, die im Anschluss an die vermeintliche anatomische Anordnung der Muskulatur aus theoretischen Überlegungen hervorgegangen sind. Dies hindert natürlich nicht,

dass mehrere dieser Angaben wenigstens grosse Wahrscheinlichkeit für sich haben können. Betreffs anderer muss man jedoch erklären, dass sie als reine Einfälle zu bezeichnen sind, die in gewissen Fällen nur deshalb haben entstehen können, weil die Kenntnis der Anatomie der Muskulatur mangelhaft oder fehlerhaft gewesen ist.

Funktionen unter physiologischen Verhältnissen.

Was man sicher weiss, ist, dass die Muskulatur bis zu einem gewissen Grade das obere Augenlid aufheben und das untere retrahieren kann, sowie dass sie mithilft, das obere Augenlid bei offenstehendem Auge zu fixieren.

Dies darf wohl als sowohl durch experimentelle wie durch klinische Beobachtungen bewiesen angesehen werden. Der experimentelle Beweis für diese Wirkung der Muskulatur beim Menschen wurde zum erstenmal von Rud. Wagner (1859) geliefert. Im Januar 1859 reizte er an einer hingerichteten Frau den Halssympathikus unterhalb des ersten Halsganglions mittels elektrischen Stroms und konnte dabei beobachten, wie die Lidspalte 3—4 Sekunden nach Beginn der Reizung langsam sich unter sehr deutlichem Zurücktreten des oberen Augenlides öffnete. Wagner, der damals noch keine Kenntnis von H. Müllers Entdeckung hatte, konnte keine Erklärung für das Phänomen geben. Diese wurde von H. Müller geliefert, der auf die von ihm kurz zuvor entdeckte glatte Augenlidmuskulatur hinwies. Aus Wagners Mitteilung geht es nicht völlig klar hervor, ob bei seinem Experiment das untere Augenlid sich bewegte oder nicht. Dass die glatte Muskulatur auch auf dieses Lid einwirken kann, geht indessen aus einer Angabe hervor, die H. Müller geliefert hat. Er wiederholte nämlich Wagners Versuch (an einem Hingerichteten) und fand gleichfalls, dass die Lidspalte

bei Reizung des Halssymphathikus sich langsam erweiterte. Müller hat nun ausdrücklich angegeben, dass auch das untere Augenlid dabei retrahiert wurde. Denselben Effekt erhielt er, als er nach Entfernung des *M. orbicularis oculi* die glatte Muskulatur im unteren Augenlide einer direkten Reizung aussetzte. — An zwei Affen habe ich selber den Halssymphathikus gereizt und unter anderem eine Dilatation der Lidspalte konstatieren können; doch war es unsicher, ob das untere Lid an der Bewegung teilnahm.

Dass Cocaineintröpfung in den Bindehautsack eine Erweiterung der Lidspalte zur Folge hat, gleichwie dass Resektion des Halssymphathikus eine leichte gleichzeitige Ptosis bewirkt, ist allgemein bekannt. Und es dürfte keinem Zweifel unterliegen, dass das erstere Phänomen auf eine Kontraktion der glatten Lidmuskulatur und das letztere auf eine Paralyse derselben zurückzuführen ist.

Die vorstehenden Beobachtungen berechtigen zu dem Schlusse, dass die glatte Muskulatur um den Bulbus herum bei den physiologischen Bewegungen der Augenlider mitwirkt und zum Festhalten des oberen Lides in normaler Stellung bei geöffnetem Auge beiträgt. In welchem Umfange die Bewegungen der Lider dieser Muskulatur zuzuschreiben sind, entzieht sich jedoch zurzeit unserer Kenntnis. Einige bekannte Tatsachen erlauben uns indessen, gewisse Wahrscheinlichkeitschlüsse zu ziehen.

Das obere Augenlid. Dass die Bewegung des oberen Augenlides beim Öffnen des Auges und sein Festhalten in gehobener Lage durch das Zusammenwirken zwischen dem *M. levator p. s.* und der Pars superior des *M. capsulopalpebralis* zustande kommt, dürfte als sicher angenommen werden können. Uns mangelt jedoch Kenntnis darüber, wie die erwähnten Funktionen sich zwischen die beiden Muskeln

verteilen. Fründ meint, dass der Levator die Hebungsbewegung einleitet, dass er aber die Bewegung nicht zu Ende führt, sondern in einem gewissen Moment von dem glatten Muskel abgelöst wird; eine Stütze für diese Annahme wird jedoch nicht angeführt. Dann soll es der letztere Muskel sein, der allein das Augenlid in der erreichten Stellung festhält; dies weil die Paralyse des glatten Muskels eine leichte Ptosis zur Folge hat. Aber auch die Levatorparalyse wird durch Ptosis und durch eine noch stärkere charakterisiert, weshalb man unter Benutzung des Fründschen Gedankenganges ebensogut — um nicht zu sagen eher — zu dem Ergebnis kommen kann, dass der Levator es allein ist, der bei offenem Auge das obere Augenlid in seiner Stellung hält. Die Wahrheit ist wohl die, dass weder der eine noch der andere Muskel allein das Augenlid am Hinabsinken zu hindern vermag, sondern dass die Stellung des oberen Augenlides bei offenem Auge eine gemeinsame Funktionsäusserung der Muskel ist, an welcher der Levator, klinischen Symptomen nach zu urteilen, den Löwenanteil nimmt.

Die Ursache des Konnexes zwischen den Hebungsbewegungen des oberen Augenlides und des Bulbus erblicke ich aus vorher angegebenen Gründen in einer nervösen Verkopplung der Heber des Augenlides und des Bulbus. Dass der Levator hierbei von der glatten Muskulatur unterstützt wird, geht, wie Wilbrand und Saenger auch bemerken, aus folgendem von ihnen beschriebenen Krankheitsfall hervor (1900, S. 38):

„Bei einem Manne mit einer linksseitigen totalen Ophthalmoplegie, zugleich mit linksseitiger Lähmung des Fascialis und Trigemini und leichter Protrusio bulbi, gelang bei äusserster Willensanstrengung nur eine ganz minimale Hebung des linken Augenlides. Sobald aber das gesunde rechte Auge ad maximum gehoben wurde, hob sich auch das Oberlid des linken Auges etwa bis zur Mitte der Cornea. Da der Oculomotorius vollständig gelähmt war, der linke Frontalis aber wegen Lähmung des linken Facialis das Oberlid nicht

in die Höhe ziehen konnte, war die Öffnung der Lidspalte wohl lediglich nur auf eine Erregung der glatten Palpebralmuskeln zurückzuführen.“

Das untere Augenlid. — Es findet sich für das untere Augenlid kein mit dem *M. levator palp. sup.* vergleichbarer Muskel, und doch nimmt, wie man weiss, dieses Augenlid an der Bewegung teil, wenn das Auge geöffnet und wenn der Blick gesenkt wird. Um diese Bewegung des unteren Augenlides zu erklären, hat man zu verschiedenen Theorien gegriffen.

Die Bewegung des unteren Augenlides beim Öffnen des Auges. — Es ist gesagt worden, dass das untere Augenlid von dem Bulbus dadurch hinabgestossen wird, dass dieser beim Öffnen des Auges durch die Kontraktion des Levators nach vorn gedrückt wird. — Einer anderen Auffassung gemäss, die sich in Nagels Handbuch der Physiologie (Weiss 1905) vertreten findet, und die ziemlich allgemein verbreitet sein dürfte, soll das Augenlid, wenn die Kontraktion des *M. orbicularis* nachlässt, infolge seiner eigenen Schwere hinabsinken. — Domeck (1884) ist der Ansicht, dass, wenn der Orbicularismuskel erschlafft, das Augenlid unter Einfluss der Elastizität des Tarsus retrahiert wird.

Die beiden ersten Theorien sind unmöglich schon zufolge der Beschaffenheit der Bewegung, die sie erklären sollen. Das untere Augenlid bewegt sich, wenn das Auge geschlossen und geöffnet wird, nämlich nicht in der Vertikalebene, sondern es führt eine schräge Bewegung in der Weise aus, dass es bei der Okklusion der Lidspalte nach oben und medianwärts nach dem inneren Augenwinkel hin und bei Dilatation in entgegengesetzter Richtung, also nach unten und lateralwärts, geführt wird. Es dürfte klar sein, dass letztere Bewegung nicht auf das Konto der Schwerkraft gesetzt werden kann, und dass dieselbe ebensowenig durch die — übrigens wahrscheinlich

nicht als Folge der Kontraktion des Levators eintretende — geringe Protrusion, die der Bulbus bei Dilatation der Lidspalte zeigt, verursacht sein kann, sondern dass eine andere Erklärung dafür gesucht werden muss.

Teilweise beruht wohl die Bewegung darauf, dass die Gewebe des Augenlides infolge ihrer Elastizität danach streben, die Gleichgewichtslage wieder einzunehmen, aus der sie durch die vorhergehende Kontraktion des Orbicularis gebracht worden sind. Indessen deutet vielleicht ein oben erwähntes anatomisches Detail an, dass hierbei noch eine andere Kraft wirksam ist. Es wurde darauf hingewiesen, dass ein grosser Teil der glatten Bündel in der Pars inferior des M. capsulo-palpebralis mehr oder weniger nach dem inneren Augenwinkel hin gerichtet ist. Es liesse sich nun vielleicht denken, dass die schräge Senkungsbewegung des Augenlides mit diesem schrägen Verlauf der Muskelfaserzellen in Zusammenhang zu bringen ist, und dass also der genannte Teil der peribulbären glatten Muskulatur zu der retrahierenden Bewegung des unteren Augenlides bei der Dilatation der Lidspalte beiträgt. Diese Annahme, dass die glatte Muskulatur in die Bewegungen des unteren Augenlides eingreift, erhält eine Stütze durch die Überlegung, dass die Bewegungen, die durch die Kontraktion des M. orbicularis hervorgerufen werden, mit grösserer Sicherheit und Präzision ablaufen müssen, wenn letzterer Muskel den Widerstand des Tonus eines Antagonisten zu überwinden hat.

Die Bewegung des unteren Augenlides beim Senken des Blickes. — Es ist ja klar, dass die Senkungsbewegung des unteren Augenlides, wenn das Auge stark nach unten sieht, noch weniger als seine Verschiebung beim Öffnen des Auges durch eine der obengenannten drei Theorien erklärt werden kann. Auch hat man versucht, andere Erklärungen zu geben. Gemeinsam diesen ist die Annahme,

dass der Bulbus beim Senken des Blickes in der einen oder anderen Weise das untere Augenlid mit sich nimmt.

Nach Gowers (1879) soll der Mechanismus darin bestehen, dass die Cornea, die eine andere Wölbung als die Sclera hat, auf den in der Rinne zwischen Cornea und Sclera ruhenden freien Augenlidrand drückt und dadurch das Lid bei der Senkungsbewegung des Bulbus nach unten schiebt. Während der Bewegung eilt aber die Cornea dem Augenlid voraus, so dass letzteres nicht mit seinem freien Rande in der Rinne bleibt, und überdies hat Domeck an Leichenpräparaten gezeigt, dass die Cornea ohne Bedeutung für die Bewegung des Augenlides ist. Die Theorie dürfte auch nicht viele Anhänger gefunden haben.

Domeck (1884) glaubt, dass das Augenlid von dem Bulbus hauptsächlich infolge des „accolement“ mitgeschleppt wird, das zwischen ihren gegen einander liegenden, mit Conjunctiva bekleideten Flächen stattfindet. Das untere Lid führt aber bis zu einem gewissen Grade seine Bewegungen aus, auch wenn der Bulbus fehlt, ein Einwand, der natürlich auch Gowers' Theorie über den Haufen wirft.

Endlich haben viele Anatomen, wie im vorhergehenden erwähnt worden, die Ursache in einem vom M. rectus inf. zum unteren Augenlide hinziehenden „Fascikel“ erblicken wollen. Es ist bereits oben der Nachweis geführt worden, dass ein solcher Fascikel nicht existiert, und ich habe auch Gründe angegeben, weshalb der Mechanismus überhaupt nicht gut nur aus einer fibrösen Verbindung zwischen dem Augenlide und dem M. rectus inf. bestehen kann. Hier sei noch ein weiterer Grund dagegen angeführt.

Wie leicht zu konstatieren ist, verhält es sich so, dass das untere Lid, wenn man den Blick nach verschiedenen Seiten hin abwärts richtet, nicht nur gesenkt wird, sondern auch verschiedene Form für verschiedene Blickrichtungen annimmt,

was darauf beruht, dass es nicht in allen seinen Teilen gleichförmig retrahiert wird. Sieht das Auge stark abwärts und lateralwärts, so wird das Augenlid am kräftigsten in seinem lateralen Teil retrahiert und erhält dadurch eine andere Form als bei der vertikalen Senkung des Blickes aus der Primärstellung oder bei stark nach unten und medialwärts gerichtetem Blick; im letzteren Falle zeigt vielleicht statt dessen der mediale Teil des Lidrandes eine schwache Tendenz zu einem Übergewicht der Retraktion. Dieser der Blickrichtung angepasste und mit der grössten Präzision eintretende Wechsel in der Retraktion des unteren Augenlides — mit dem offenbaren Zweck, das Gesichtsfeld freizumachen — scheint mir zu zeigen, dass die assoziierte Senkungsbewegung des Lides noch eine andere anatomische Unterlage hat als eine den *M. rectus inf.* mit dem Lide verbindende Bindegewebsformation der einen oder anderen Art.

Meines Erachtens muss man, um eine Erklärung für die Bewegung zu erhalten, annehmen, dass die glatte Muskulatur (*Pars. inf.*) auch hierbei wirksam ist. Die wechselnde Retraktion des unteren Augenlides würde dann darauf beruhen, dass die Muskelschicht sich verschieden stark in verschiedenen Teilen je nach der Blickrichtung kontrahiert.

Ich meine also, dass die *Pars inf.* des *M. capsulo-palpebralis* an den Senkungsbewegungen des unteren Augenlides sowohl bei der Dilatation der Lidspalte als beim Senken des Blickes teilnimmt, gleichwie die *Pars sup.* an den Hebungsbewegungen des oberen Lides teilnimmt. Es scheint kaum etwas hiergegen sich einwenden zu lassen. Dass die glatte Muskulatur imstande ist, sowohl das untere als das obere Augenlid zu retrahieren, geht aus Müllers oben angeführtem Versuch hervor. Der Umstand, dass die fraglichen Bewegungen oft intendierte, unter dem Einfluss des Willens stehende Bewegungen sind, bildet kein Hindernis für die Annahme einer

Mitwirkung der glatten Muskulatur. Die betreffenden Bewegungen setzen nämlich eine Tätigkeit nicht nur der glatten Muskulatur, sondern gleichzeitig auch eines oder mehrerer quergestreifter Muskeln voraus. Und dass glatte Muskulatur so mit quergestreifter kombiniert ist und somit durch Willensimpulse zur Kontraktion gebracht werden kann, dafür gibt es viele Beispiele im menschlichen Körper (z. B. die Urethral-sphinkter) und ja auch im Auge selbst (Assoziation der Ciliar- und Irismuskulatur mit den quergestreiften Muskeln des Auges).

Die Annahme, dass die Assoziation zwischen den Bewegungen des Bulbus und der Augenlider nervöser Natur ist, steht in gutem Einklang mit einem Umstande, der die Bewegungen des Bulbus überhaupt charakterisiert. Es ist bekanntlich für die Bulben kennzeichnend, dass sie in grosser Ausdehnung und in variierender Weise Bewegungsassoziationen eingehen und zwar sowohl miteinander als mit anderen Organen. Ich erinnere an die Kombinationen zwischen den Bewegungen der beiden Augen bei verschiedenen Blickrichtungen und zwischen den Bewegungen von Bulbus, Iris und Corpus ciliare bei der Konvergenz oder bei der Ferneinstellung des Blickes; sogar zwischen den Bewegungen des Kopfes und der Augen entsteht allmählich ein gewisser Zusammenhang, obwohl von weniger fester Beschaffenheit. Und alle diese Bewegungsassoziationen stehen natürlich auf nervöser Basis.

Mit obigem will ich nicht gesagt haben, dass der *M. rectus sup.* jeden durch mechanische Verbindung bewirkten direkten Einflusses auf das obere Lid entbehre, oder dass der *M. rectus inf.* völlig eines solchen auf das untere Lid ermangele. Wie Fig. 1 zeigt, stehen diese Muskeln in mechanischem Zusammenhang mit den betreffenden Augenlidern durch Vermittelung ihrer Scheiden, der C.T. und des *M. capsulo-palpebralis*. Die C.T. wird von den quergestreiften Muskeln nach

hinten gezogen, und der Zug kann sich durch den glatten Muskel nach den Tarsi hin fortpflanzen. Auf diesem Wege — also doch mit Hilfe der glatten Muskulatur — können die beiden geraden Augenmuskeln möglicherweise die Bewegungen der Augenlider beeinflussen. Ich bin aber der Meinung, dass die glatte Muskulatur dabei sich nicht passiv verhält, sondern durch Nervenimpulse zu aktiver Tätigkeit gebracht wird, und dass — ausser durch die aktive Mitwirkung des Levators — in erster Linie dadurch der mehrerwähnte Consensus ungestört erhalten wird.

Die Bedeutung der Muskulatur für den Augenausdruck. — Man spricht von der Physiognomie des Auges. Es ist eine allgemein bekannte Tatsache, dass die seelischen Eigenschaften, besonders aber Stimmungen und Affekte, oft das Aussehen des Auges beeinflussen. Es sind nun wohl viele Faktoren, die zusammenwirken, um dem Auge seinen charakteristischen Ausdruck zu verleihen. Zu diesen Faktoren gehören die Stellung und die Form der Augenlider, und die Veränderungen im Ausdrucke eines Auges sind teilweise auf kleine Veränderungen hierin zurückzuführen. Da nun glatte Muskulatur — der direkten Herrschaft des Willens entzogen — unter starkem Einflusse seitens der Gemütsbewegungen steht, und da die kleinen Bewegungen, um die es sich hierbei handelt, sich bei heftigen Gemütsregungen gewisse Art mit oder ohne unseren Willen einstellen, so scheint die Annahme nahe zu liegen, dass die glatte Muskulatur um das Auge herum an der Hervorrufung der Veränderungen in der Stellung und Form der Augenlider, durch die das Aussehen des Auges bei Affekten beeinflusst wird, teilnimmt. Der Muskulatur dürfte mit anderen Worten eine Bedeutung für die Regelung des Augenausdrucks zuzuerkennen sein.

Die Einwirkung der Muskulatur auf den Bulbus. — Eine Frage von grossem Interesse ist die, ob die

glatte Muskulatur von irgend welcher Bedeutung für die Fixierung des Bulbus ist, und ob sie physiologisch die Lage und die Bewegungen desselben beeinflussen kann.

Nach Landström soll der Aufhängungsmechanismus des Bulbus in einer Antagonistenwirkung zwischen den geraden Augenmuskeln und der von ihm beschriebenen Muskulatur bestehen. Aus dem, was im vorhergehenden über die glatte Muskulatur um den Bulbus herum mitgeteilt worden ist, dürfte es klar sein, dass dies nicht der Fall sein kann. Damit ist indessen nicht gesagt, dass die Muskulatur ohne allen Einfluss in der fraglichen Hinsicht sein sollte.

Bei der Beurteilung der diesbezüglichen Bedeutung der Muskulatur muss man je für sich einerseits die äquatorial gehenden und andererseits die mehr oder minder meridional und sagittal verlaufenden Muskelbündel in Betracht nehmen. Denn es ist ja klar, dass die ersteren nicht die gleiche Einwirkung auf den Bulbus haben können wie die letzteren.

Da die Hauptmasse der äquatorialen Bündel den Bulbus nach vorn von dem Äquator umgibt, müssten diese durch ihren Tonus und ihre Kontraktion eine Schranke gegen die Verschiebung des Bulbus in der Richtung nach vorn bilden. Harling meinte auch, dass den glatten Augenlidmuskeln die Bestimmung zukomme, den Lidern erhöhte Widerstandskraft zu verleihen, wodurch dem Vordringen des Bulbus aus der Orbita entgegengewirkt werden sollte. Inwiefern die Muskulatur eine solche Wirkung ausübt, dürfte nicht leicht zu entscheiden sein. Da aber die äquatorialen Bündel eine — wenn auch unerwartet grosse — so doch verhältnismässig geringe Mächtigkeit besitzen, und da Reizung des Halssympathikus eine Erweiterung der Lidspalte und keine Verengung derselben zur Folge hat — welche letztere hierbei durch eine Sphinkterwirkung der äquatorialen Bündel der Lider unter der Voraussetzung, dass sie durch den Sympathikus

innerviert werden, hervorgerufen würde —, so kann die von diesen Bündeln herrührende, auf den Bulbus repulsatorisch wirkende Kraft wahrscheinlich nicht gross sein.

Die äquatorialen Bündel, die hinter dem Fornix in dem „Gürtel“ (C. T.) liegen, mit dessen Hilfe das Retinaculum oculi lat. den Bulbus an die laterale Orbitalwand bindet, verstärken den „Gürtel“ und können vielleicht dadurch dem Streben der quergestreiften Augenmuskeln, den Bulbus medianwärts zu ziehen, einen aktiven Widerstand entgegensetzen. Der passive Widerstand des Bindegewebsapparats ist jedoch von unvergleichlich grösserer Bedeutung.

Als zusammenfassendes Urteil über die äquatorial verlaufenden Muskelbündel dürfte sich sagen lassen, dass sie auf den Bulbus nur einen geringen Einfluss ausüben. Wie verhält es sich da in dieser Hinsicht mit den meridionalen Bündeln?

Im Zusammenhang mit dieser Frage sei kurz auf die Genese der Protrusion eingegangen, die bei dem Bulbus in gewissen Fällen unter physiologischen Verhältnissen zu beobachten ist.

Es ist zum erstenmal 1868 von J. J. Müller nachgewiesen und seitdem von mehreren Forschern (Berlin 1871, Donders 1871, Tuyl 1901, Ludwig 1903, Birch-Hirschfeld 1907) bestätigt worden, dass der Bulbus bei der Dilatation der Lidspalte hervortritt¹⁾. Es handelt sich natürlich um eine nur geringe Protrusion — ca. 1 mm; übrigens variiert sie individuell. Gleichzeitig damit, dass der Bulbus vortritt, senkt er sich etwas. Für diese physiologische Lageveränderung sind verschiedene Erklärungen geliefert worden.

¹⁾ Birch-Hirschfeld (1907) hat eine Zusammenstellung der diesbezüglichen Literatur in Graefe-Saemisch Handbuch gegeben, woher die Hauptzüge der obigen Darstellung entnommen sind.

Man hat die Ursache in eine Kontraktion der *Mm. obliqui* (J. J. Müller) oder dieser beiden Muskeln und des Levators (Berlin) oder des *M. orbitalis* in der Fissura orbit. inf. (Hock) verlegt, und man hat sie in Zusammenhang mit den Blutgefässen der Orbita gebracht (Donders). Man muss indessen betreffs dieser Theorien Birch-Hirschfeld beistimmen, wenn er meint, dass sie wenig Wahrscheinlichkeit für sich haben. Man hat auch gesagt, dass der Bulbus, da der Druck, den die Lidportion des *M. orbicularis oc.* auf ihn ausübt, bei der forcierten Retraktion der Lider wegfällt, durch den Druck seitens der retrobulbären Orbitalgewebe nach vorn geschoben wird. Diese Erklärung kann ja leicht dadurch geprüft werden, dass man die Lidhebung passiv ausführt. Ist die Ursache die erwähnte, so muss der Bulbus auch in solchem Falle vorgeschoben werden. Derartige Untersuchungen sind auch angestellt worden, die Ergebnisse stimmen aber nicht miteinander überein. Berlin fand, dass passive Lidhebung keine Verschiebung zur Folge hat, und Donders gibt an, dass der Bulbus dabei sogar nach hinten sinkt. Im Gegensatz hierzu behauptet Birch-Hirschfeld (1907), der Kontrollmessungen in grossem Massstabe angestellt hat, dass Protrusion die Regel bildet, dass sie aber dem Grade nach der Protrusion bei aktiver Dilatation der Lidspalte nachsteht.

Birch-Hirschfeld ist daher und aus anderen Gründen zu dem Schluss gekommen, dass das Vorrücken des Bulbus durch zwei Momente bedingt wird, nämlich:

1. Durch Nachlassen des vom *M. orbicularis* auf den Bulbus ausgeübten leichten Druckes, wobei dann der Bulbus dem elastischen Drucke des Orbitalgewebes folgen kann, soweit es die anatomischen Verhältnisse erlauben. Hieraus soll sich die bei passiver Lidhebung zu beobachtende Protrusion erklären.

2. Aus der Spannung des Septum orbitale durch Kontraktion des M. levator p. s. Wirken beide Momente zusammen, wie bei aktiver Erweiterung der Lidspalte, so erreicht die Protrusion ihr Maximum.

Gegen das erste Moment scheint sich nichts einwenden zu lassen. Dagegen dürfte es nicht leicht zu verstehen sein, wie das zweite Moment die behauptete Wirkung haben kann. Habe ich Birch-Hirschfeld recht verstanden, so meint er, dass durch die aktive Kontraktion des Levators das nach vorn ausgebuchtete Septum orbit. gespannt wird und hierbei, „wenn es sich vom Bogen zur Sehne verkürzt“, auf die hinter dem Septum liegenden Orbitalgewebe einen Druck ausübt. Dieser Druck wird auf das retrobulbäre Gewebe fortgepflanzt, und dadurch wird der Bulbus nach vorn gedrängt.

Es darf jedoch fraglich erscheinen, ob auf diesem Wege eine nennenswerte Erhöhung des Druckes an der Hinterseite des Bulbus entsteht. Zunächst wird das Septum orbitale von dem Levator natürlich nicht seinem ganzen Umfange nach beeinflusst, sondern nur in der oberen Hälfte des Umkreises. Der durch den Zug am Septum — dass dieses dadurch „vom Bogen zur Sehne verkürzt“ wird, dürfte kaum richtig sein — hervorgerufene Druck wirkt demnach zunächst nur auf die orbitalen Gewebe, die hinter dem Septum s u p. zwischen der Levatoraponeurose und dem Orbitadach liegen. Der vermehrte Druck aber, dem diese Gewebe unter den erwähnten Verhältnissen ausgesetzt werden, kann nicht gross sein, wenn man bedenkt, von welcher geringer Ausdehnung die Retraktionsbewegung ist, die das obere Lid hierbei ausführt. So z. B. gibt Tuyl an, dass bei einer Protrusion des Bulbus von 0,7 mm die Lidspalte sich von 11 mm auf 14,5 mm erweitert hatte, und Birch-Hirschfeld hat an seinem linken Auge bei einer Protrusion von 0,9 mm eine Vergrößerung der Lidspalte von 10 mm auf 15 mm gefunden. In diesen zwei Fällen

wurde also der Tarsus sup. und damit die durch die Verschmelzung der Levatoraponeurose und des Septum orbit. sup. entstandene Lamelle (Fig. 1, Taf. 1/2) höchstens 3,5 mm bzw. 5 mm retrahiert. Die Veränderung der Lage und der Form aber, die die zwischen dem oberen Orbitalrande und der Levatoraponeurose ausgespannte Partie des Septums durch eine so geringe Bewegung des Tarsus und der erwähnten Lamelle erfährt, muss verhältnismässig unbedeutend sein. Und folglich muss auch der dadurch bedingte Druck auf die Gewebe hinter der oberen Partie des Septums ziemlich unansehnlich sein.

Damit nun dieser Druck imstande sein soll, auf den Bulbus in der Richtung von hinten nach vorn einzuwirken, muss er sich am hinteren Pol des Bulbus geltend machen. Dahin kann er nicht anders fortgeleitet gedacht werden als durch Steigerung des Druckes in der ganzen retrobulbären Orbitalhöhle. Infolge der Kompressibilität der Orbitalgewebe (des Fetts und der Blutgefässe) wird jedoch der Druck in der Orbitalhöhle nicht unvermindert fortgepflanzt, sondern mit zunehmendem Abstände von der Stelle, wo die Drucksteigerung zuerst entsteht, tritt eine Entlastung ein. Demnach kann eine Drucksteigerung, die primär hinter dem Septum orbit. sup. auftritt, nur in reduziertem Zustande auf die Hinterseite des Bulbus wirken. Da nun aber, wie oben gesagt, der durch den Zug des Levators am Sept. orbit. verursachte Druck auf die Gewebe unmittelbar hinter dem Septum unansehnlich sein muss, so dürfte der Teil davon, der zum hinteren Pol des Bulbus fortgepflanzt wird — wenn der Druck überhaupt so weit reicht — so äusserst unbedeutend sein, dass eine Protrusion des Bulbus aller Wahrscheinlichkeit nach dadurch nicht hervorgerufen werden kann.

Meines Erachtens muss man daher nach einer anderen Erklärung für die Tatsache suchen, dass der Bulbus weiter bei aktiver Vergrösserung der Lidspalte vortritt als bei passiver.

Und sollte nicht vielleicht die Erklärung darin liegen, dass die glatte Muskulatur um das Auge herum bei starker aktiver Dilatation der Lidspalte sich kräftig kontrahiert?

Die anatomische Anordnung der Muskulatur scheint eine solche Deutung zu erlauben. Nach hinten zu liegt die Muskelschicht in oder (ihre Pars. sup.) ist intim verbunden mit dem verdickten „Gürtel“ der C. T., mit dem andererseits die geraden Augenmuskeln durch ihre Scheiden fest vereinigt sind. Nach vorn zu befestigt sich die Pars sup. und die Pars inf. des M. capsulo-palp. an den Tarsi, und die Pars med. tritt an der Basis der Karunkel in enge Beziehung zum Lig. palp. med. Wenn die mehr oder minder meridional verlaufenden Bündel der glatten Muskelschicht sich kontrahieren, streben sie natürlich danach, den Abstand zwischen einerseits den beiden Tarsi und der Karunkel und andererseits der am Äquator des Bulbus belegenen Partie des „Gürtels“ zu vermindern. Die Folge hiervon wird in erster Linie die sein, dass die Augenlider, als leichtest verschiebbar, in der Richtung nach dem „Gürtel“ hin retrahiert werden. Gleichzeitig müssen aber die Muskelbündel danach streben, diesen letzteren nach vorn zu ziehen. Die nach vorn gerichtete Kraft, die so an dem „Gürtel“ angreift, muss infolge der Verbindung dieses letzteren mit den geraden Augenmuskeln als Antagonist zu diesen wirken. Jene Kraft geht mit anderen Worten als Komponente in das Kräftesystem ein, das den Bulbus im Gleichgewicht hält, und ist dort in protraktorischer Richtung wirksam. Während bei schwächeren Kontraktionen der Muskelbündel diese protrahierende Kraft das Gleichgewicht des Systems nicht stört, so dass der hauptsächlichste Effekt der Muskelaktion eine Vergrößerung der Lidspalte wird, tritt ein anderes Verhältnis bei starken Kontraktionen ein. Infolge der Verbindungen, die die Augenlider mit der Umgebung haben — vor allem dadurch, dass die Tarsi vermittels des Lig. palp. med. und des sog. Lig. palp. lat. an

unnachgiebigem Knochen befestigt sind, und im übrigen durch die Haut, den *M. orbicularis* und das *Septum orbitale* — ist der Retraktionsbewegung derselben eine Grenze gesetzt. Das gleiche gilt für die Karunkel infolge ihrer Verbindung mit dem *Lig. palp. med.* Erhält daher die glatte Muskulatur kräftige Kontraktionsimpulse — wie das dem Obigen gemäss wahrscheinlich bei starker aktiver Erweiterung der Lidspalte der Fall ist —, so dürfte, nachdem die Retraktion der Lider einen gewissen Grad erreicht hat und der Widerstand gegen ihre fortgesetzte Rückwärtsverschiebung dadurch beträchtlich vermehrt worden ist, jene auf den „Gürtel“ wirkende protrahierende Kraft schliesslich die Stärke erreichen, die zu einer leichten Verschiebung des den *Bulbus* fixierenden Kräftesystems erforderlich ist. Mit anderen Worten: eine kräftige Kontraktion der glatten Muskulatur um das Auge herum dürfte imstande sein, dem *Bulbus* eine geringe Protrusion zu erteilen.

Ich halte es demnach für wahrscheinlich, dass die Protrusion des *Bulbus* bei starker aktiver Vergrösserung der Lidspalte ausser durch das erste der von *Birch-Hirschfeld* angeführten Momente auch durch eine starke Kontraktion der zahlreichen meridional und überwiegend meridional verlaufenden Bündel des *M. capsulo-palpebralis* bedingt wird. — Die mit der Protrusion verbundene Senkung wird, wie *Birch-Hirschfeld* angibt, möglicherweise dadurch hervorgerufen, dass der *M. levator palp. sup.* bei seiner gleichzeitigen Kontraktion einen Druck auf den *Bulbus* ausübt.

Eine Protrusion des *Bulbus* im Zusammenhang mit einer Dilatation der Lidspalte kann auch auf andere Weise als durch intendierte oder passive Lidhebung eintreten. So bewirkt bekanntlich Einträufeln von *Cocain* in den Bindehautsack nicht nur eine Vergrösserung der Lidspalte, sondern auch eine geringe Vorschubung des *Bulbus* (*Tuyl, Levin und Guillery u. a.*). Auch hierfür sind verschiedene Erklärungen gegeben

worden. So hat man z. B. auf eine Kontraktion des *M. orbitalis* oder des „Landströmschen Muskels“ hingewiesen.

Birch-Hirschfeld gibt an, dass Einträufeln einer 3%igen Cocainlösung in sein linkes Auge zu deutlicher Erweiterung der Lidspalte mit Protrusion des Bulbus führte, dass aber die Protrusion nicht stärker war als bei passiver Lidhebung — sie betrug etwa 0,4 mm — woraus seiner Meinung nach folgte, dass die Ursache lediglich in dem Nachlassen des Druckes zu suchen war, womit der *M. orbicularis* den Bulbus nach hinten presst. Er will jedoch nicht bestreiten, dass die protrahierende Wirkung des Cocains bei anderen Personen grösser sein kann. Ist dies der Fall, so würde in Übereinstimmung mit dem oben Gesagten meines Erachtens diese stärkere Protrusion teilweise als direkt durch die Kontraktion der glatten Muskulatur um den Bulbus herum hervorgerufen anzusehen sein.

Es ist im Hinblick auf die individuellen Variationen der Mächtigkeit der Muskulatur fast zu erwarten, dass die Protrusion nach Cocaineinträufelung nicht bei allen Individuen quantitativ gleich ausfällt. Dass der Bulbus bei Birch-Hirschfeld nicht mehr vortrat als bei passiver Erweiterung der Lidspalte, kann möglicherweise darauf beruht haben, dass in diesem Falle die Muskulatur schwach entwickelt ist und ausserdem vielleicht unzureichend gereizt wurde. Ist die Muskulatur schwach, und wird sie einem schwachen Reize ausgesetzt, oder wird sie vielleicht nur partiell gereizt — es ist zu bedenken, dass ein grosser Teil der Muskulatur in der C. T. hinter dem Fornix liegt, weshalb die Nervenendigungen vielleicht nicht so leicht von dem Cocain erreicht werden — so wird der direkte Effekt der Aktion der Muskulatur sich auf die Retraction der Lider beschränken, und der Bulbus tritt nicht stärker als bei passiver Lidhebung vor.

Hiernach möchte ich bezüglich der Bedeutung, die die rein

meridional und überwiegend meridional verlaufenden Bündel des *M. capsulo-palpebralis* in physiologischem Zustande etwa für den Bulbus besitzen, folgendes zu sagen:

Die Muskelbündel erzeugen durch ihren Tonus und ihre Kontraktion eine Kraft, die in protrahierender Richtung in dem Kräftesystem wirksam ist, durch dessen Gleichgewicht die Fixierung des Bulbus bedingt ist. — Werden die Muskelbündel nur zu schwacher Kontraktion gebracht, so nimmt diese protrahierende Kraft im Verhältnis zu den übrigen in dem System enthaltenen Kräften so unbeträchtlich zu, dass direkt dadurch wahrscheinlich keine nennenswerte Änderung im Gleichgewicht des Systems, d. h. in der Lage des Bulbus, eintritt. Der Effekt der Tätigkeit der Muskulatur gibt sich hauptsächlich in der Dilatation der Lidspalte zu erkennen, wodurch die Lage des Bulbus allerdings sekundär eine Einwirkung erfahren kann. — Werden dagegen die Muskelbündel zu kräftiger Kontraktion gebracht, so dürfte die erwähnte protrahierende Kraft zu solcher Stärke anwachsen können, dass das Kräftesystem durch ihre Einwirkung aus ihrer gewöhnlichen Gleichgewichtslage in der Richtung nach vorn verschoben wird; doch immer in nur ganz geringem Grade, denn, da die Muskulatur verhältnismässig geringe Mächtigkeit besitzt, wird bald das Gleichgewicht durch die infolge des Vorrückens eintretende Steigerung der retrahierenden und repulsierenden Kräfte wiederhergestellt. Der direkte Effekt einer kräftigen Kontraktion der Muskelbündel dürfte daher — ausser einer Erweiterung der Lidspalte — auch eine ganz geringe Protrusion des Bulbus sein. Wenn die Kontraktion abnimmt oder aufhört, sinkt natürlich der Bulbus zurück, sofern dies nicht durch andere Momente verhindert wird.

Die Lage des Bulbus scheint auch durch starke Affekte beeinflusst werden zu können. Darüber sind indessen meines Wissens keine ophthalmometrischen Untersuchungen ausgeführt worden. Wie allgemein bekannt, können aber heftige Gemüts-

bewegungen gewisser Art im Aussehen des Auges eine Änderung hervorrufen, die durch den Ausdruck „Glotzauge“¹⁾ charakterisiert worden sind. Die Veränderung besteht wohl hauptsächlich in einer starken Erweiterung der Lidspalte, verursacht durch kräftige Kontraktion des M. levator p. s. und des M. capsulo-palpebralis. Da aber eine solche Erweiterung stets von einer geringen Protrusion des Bulbus begleitet ist, wird sicherlich gleichzeitig auch das Auge um ein geringes nach vorn verschoben. Das Vortreten des Bulbus hängt mit dem Nachlassen des Druckes des Orbicularismuskels zusammen, und geringere Grade werden vielleicht ausschliesslich hiervon bedingt. Zur Erklärung etwa eintretenden stärkeren Vorrückens sind indessen noch andere Momente erforderlich. Und man kann dem Obigen gemäss die Lageveränderung in einen mehr direkten Zusammenhang mit der Kontraktion des M. capsulo-palpebralis bringen. Doch darf man nicht vergessen, dass bei Gemütsbewegungen auch ein anderer Faktor auf die Lage des Bulbus einwirken kann, nämlich die Blutfüllung der Orbitalgefässe.

Landström hielt es für wahrscheinlich, dass die von ihm beschriebene Muskulatur bei den Einstellungsbewegungen des Auges mitspielt, indem sie besser als die „Fascikel“ geeignet sei, die Bewegungen des Bulbus „während der ganzen Dauer der Kontraktion der quergestreiften Augenmuskeln zu regeln“ (Mota is). Es ist dies meines Erachtens denkbar höchstens für die meridionalen Bündel der medialen Portion, die möglicherweise eine solche Bedeutung für die Adduktionsbewegung des Auges haben können. Da der M. rectus medialis die wichtige Konvergenzbewegung ausführt, kann ja seine Ausstattung mit einem derartigen automatisch wirkenden Neben-

¹⁾ Die Schwedische Sprache verfügt in diesem Falle über den äusserst treffenden Ausdruck „ögonen stå på skaft“, wörtlich übersetzt: „Die Augen sitzen an Stielen“.

regulator als zweckmässig angesehen werden. So erhielt man vielleicht denn auch eine Erklärung für das sonst eigentümliche Verhältnis, dass die fragliche Muskulatur, die, allem nach zu urteilen, mit der bei den Tieren zum dritten Augenlid hin verlaufenden Muskulatur homolog ist, beim Menschen trotz der weitgehenden Reduktion dieses Lides gleichwohl eine nicht so ganz geringe Entwicklung aufweist.

Von zwei Autoren der jüngeren Zeit ist die Behauptung aufgestellt worden, dass die glatte Muskulatur um das Auge herum einen wichtigen Bestandteil des Tränenapparates darstelle. Groyer ist nämlich der Meinung, dass es peristaltische Bewegungen der glatten Muskelschicht seien, durch die die Tränenflüssigkeit über die Wände des Bindehautsacks ausgebreitet werde, und Fründ hält dafür, dass durch eben diese supponierte Peristaltik der Flüssigkeitsstrom nach dem Tränensee hin geleitet werde — Funktionen, die sonst ja dem *M. orbicularis oculi* zugeschrieben zu werden pflegen. Besitzt die glatte Muskulatur eine solche Bedeutung, so ist diese Funktion selbstverständlich nur demjenigen Teile derselben zuzuschreiben, der vor dem Fornix conj. liegt. Indessen wäre hiernach zu erwarten, dass bei Paralyse der Muskulatur Störungen in der Verteilung der Tränenflüssigkeit innerhalb des Bindehautsacks und in ihrem normalen Strömen nach dem Tränensee hin entstehen sollten. Da solche Störungen infolge ihrer Konsequenzen bald sich zu erkennen geben dürften, müssten sie bei Paralyse des Halssympathikus leicht wahrnehmbar sein. Unter den vielen Symptomen, die als Begleiterscheinungen der genannten Paralyse angegeben werden, habe ich jedoch keines gefunden, das auf eine Störung des normalen Laufes und der Ausbreitung der Tränenflüssigkeit im Bindehautsacke hindeutet;

ich nehme daher an, dass die glatte Muskulatur in der fraglichen Hinsicht eine ziemlich unbedeutende Rolle spielt.

Nach Sattler (1912), der die Landströmsche Muskulatur die an der medialen und lateralen Seite des Bulbus belegenden Teile des M. capsulo-palpebralis umfassen lässt, soll die Aufgabe dieser Muskulatur wesentlich darin bestehen, dass sie durch ihren Tonus „die seitlichen Blindsäcke der Conjunctiva bei den Seitwärtswendungen des Bulbus gespannt“ erhält. Es dürfte nun aber kaum richtig sein, die Angriffsstelle der fraglichen Muskulatur in die seitlichen Blindsäcke der Conjunctiva zu verlegen. Doch kann wohl angenommen werden, dass die peribulbäre glatte Muskulatur — wenn auch nicht gerade ihre von Sattler angegebenen Teile — in retrahierendem Sinne einen Teil der Conjunctiva, nämlich der Conjunct. palp., zu der die glatte Muskulatur der Augenlider in enger anatomischer Beziehung steht, zu beeinflussen vermag.

Die Folgen eines pathologischen Krampfes oder einer Lähmung der Muskulatur.

Aus dem Vorstehenden geht bereits hervor, welche Folgen meiner Auffassung nach von einem in der glatten Muskulatur um das Auge herum eintretenden Krampf oder einer Lähmung derselben zu erwarten wären. Da aber Landström in einem Krampfzustande der von ihm beschriebenen Muskulatur die nächste Ursache des Basedowexophthalmus erblicken wollte und Bistis (1905) in einer Lähmung der sog. Sappeyschen Muskeln die wesentliche Ursache des traumatischen Enophthalmus suchen zu müssen geglaubt hat, so muss die Frage, inwieweit eine Störung der Funktion der glatten Muskulatur auf die Lage des Bulbus einzuwirken vermag, nochmals berührt und direkt beantwortet werden.

Was uns zunächst Landströms Hypothese von der

Genese der Protrusion des Bulbus bei der Basedowschen Krankheit betrifft, so muss ich mich der von Fründ, Krauss und Sattler ausgesprochenen Ansicht anschliessen und somit erklären, dass ein tonischer Krampf der von Landström beschriebenen Muskulatur nicht die Ursache des Basedowexophthalmus sein kann.

Dies aus folgenden Gründen: Erstens erscheint, wie Fründ und Sattler betont haben, die Muskulatur allzu schwach dazu. — Zweitens entbehrt sie, worauf sehr richtig Fründ hingewiesen hat, einer festen Insertion nach vorn zu. Dieser Einwand würde zutreffen, auch wenn die Muskulatur, wie Landström meinte, ihren vorderen Ursprung am Septum orbitale nähme, da das Septum ja ein schwaches und nachgiebiges Bindegewebshäutchen ist, das längs der Linie, an der „Landströmsche Muskel“ sich befestigen sollte, leicht — gleich den Augenlidern — ein- und ausgebuchtet werden kann; ein anderes Verhältnis besteht nur auf der medialen Seite hinter der Karunkel, wo die Muskulatur durch die Verbindung der Kapselwand mit dem Lig. palp. med. eine, kann man sagen, ziemlich unnachgiebige vordere Insertion erhalten hat. Übrigens ist es aber, wie oben dargelegt, nicht richtig, die vordere Insertion der Muskulatur an das Septum zu verlegen; das trifft höchstens für die mediale Portion zu. Kurz: eine Kontraktion des Landströmschen „Muskelcylinders“ muss in erster Linie zur Folge haben, dass das vordere Ende desselben nach hinten verschoben und nicht, dass das hintere Ende mit dem Bulbus nach vorn gezogen wird. — Drittens besitzt die fragliche Muskelschicht so geringe Ausdehnung in sagittaler Richtung, dass sie schon aus diesem Grunde, auch wenn sie eine für den Zweck hinreichende Stärke und einen unnachgiebigen vorderen Ansatz besässe, doch nicht die hohen Grade von Exophthalmus verursachen könnte, die beim Morbus Basedowii vorkommen können. Ich verweise auf die Zahlen-

angaben bezüglich der Ausdehnung der peribulbären Muskulatur hinter dem Fornix, die sich auf S. 204 finden, und erinnere daran, dass glatte Muskulatur sich ungefähr auf die Hälfte der Ruhelänge kontrahieren kann.

Gleichwie der Basedowexophthalmus nicht auf einem Krampf desjenigen Teils der peribulbären Muskelschicht beruhen kann, der zu der Landströmschen Muskulatur gehört, kann seine Ursache auch nicht in einer Kontraktion der meridional verlaufenden Bündel jener Muskelschicht in toto bestehen. Es kann das wenigstens nicht die einzige oder auch nur die wichtigste Ursache sein. Dieselben Einwände wie gegen Landströms Hypothese lassen sich auch hier erheben. Da indessen die peribulbäre Muskulatur in toto eine grössere Kraft entwickeln können als die Landströmsche, und da angenommen werden kann, dass eine kräftige Kontraktion physiologisch wahrscheinlich — ausser einer Retraktion der Augenlider als ersten Effekt — auch eine unbedeutende Protrusion des Bulbus zur Folge haben wird, so liesse sich ein Krampfungstand der meridional verlaufenden Muskelbündel möglicherweise als mitwirkende Ursache des Basedowexophthalmus denken; unter allen Umständen jedoch nur als eine Ursache von ganz geringer Bedeutung. Es erübrigt aber zu zeigen, dass bei der Basedowschen Krankheit ein solcher Krampfungstand wirklich eintritt.

Die Anordnung der peribulbären Muskulatur erlaubt es wohl, Dalrymples, Gräfes, Stellwags sowie Kochers Augenlidsymptome und ebenso Möbius Symptom (Insuffizienz des Konvergenzvermögens) in kausalen Zusammenhang mit einem Krampf der Muskulatur zu stellen, und viele hegen ja auch in der Tat die Auffassung, dass ein solcher Krampf den genannten Symptomen zugrunde liegt. Ob nun dies wirklich der Fall ist, ob mithin der M. capsulo-palpebralis beim Morbus Basedowii einer Kontraktion unterliegt, die in gewissem

Grade möglicherweise auch zum Vorrücken des Bulbus beiträgt, das ist eine Frage, die nicht lediglich durch Untersuchung der normalen Anatomie der Orbita beantwortet werden kann. Soviel lässt sich jedoch auf Grund dieser Untersuchung sagen, dass die wesentliche Ursache des Basedowexophthalmus anderswo als in der glatten Muskulatur um den Bulbus herum gesucht werden muss.

Auf gleiche Weise verhält es sich mit dem sog. traumatischen Enophthalmus, jenem Symptom, das in seiner Genese ebenso mystisch wie der Basedowexophthalmus ist. Bistis' Theorie, dass das Zurücktreten des Bulbus der Hauptsache nach auf einer Lähmung der Sappeyschen Muskeln beruhe, ist unmöglich. Eine Paralyse oder ein Krampf nur derjenigen Teile der peribulbären Muskelschicht, die den Sappeyschen Muskeln entsprechen, kann nicht gut eine Änderung in der Lage des Bulbus herbeiführen; dazu ist die fragliche Muskulatur zu schwach. Nicht einmal eine Paralyse der peribulbären Muskelschicht in ihrer Gesamtheit kann die wesentliche Ursache sein. Denn wenn auch eine geringe Einsenkung des Bulbus die Folge davon sein könnte, ist es doch sicher ausgeschlossen, dass eine solche Paralyse allein zu den weitgehenden Einsenkungen führen könnte, die beobachtet worden sind. Da indessen die Ptosis oder die Verengerung der Lidspalte, die der Regel nach hierbei das Zurücktreten des Bulbus begleitet, in gewissen Fällen — Flemmings Fall¹⁾ nach zu urteilen, wo die verengte Lidspalte durch Cocain nicht erweitert wurde — teilweise auf eine Lähmung der glatten Lidmuskulatur bezogen werden kann, so dürfte eine Parese des M. capsulo-palpebralis bei traumatischem Enophthalmus vorkommen können, und man darf daher vielleicht nicht ganz

¹⁾ Siehe Birch-Hirschfeld, Der traumatische Enophthalmus, in Graefes Saemischs Handbuch, T. II, Bd. IX, Kap. XIII, S. 158, 1907.

die Möglichkeit von der Hand weisen, dass eine solche Parese zuweilen eine in geringem Grade beitragende Ursache der Retraktion des Bulbus in derartigen Fällen darstellen kann; mehr aber auch nicht.

Mein Urteil über die Wirkung eines pathologischen Krampfzustandes oder einer Paralyse der glatten Muskulatur um das Auge herum lautet also kurz dahin, dass der Krampf wahrscheinlich den Bulbus um ein geringes nach vorn ziehen kann, und dass es nicht unmöglich ist, dass die Paralyse Anlass einer äusserst unbedeutenden Retraktion desselben geben kann. Als direkte und augenfälligere Folge tritt ausserdem im ersteren Falle eine Vergrösserung und im letzteren Falle eine Verengung der Lidspalte ein.

2. Die glatte Muskulatur in der Fissura orbitalis inf.

a) Geschichtliches.

Die glatte Muskulatur in der Fissura orbitalis inf. beim Menschen — *M. orbitalis* — wurde 1858 von *H. Müller* entdeckt, während er gleichzeitig definitiv feststellte, dass die sog. *Membrana orbitalis*, die bei den Tieren die Augenhöhle von der Schläfengrube absperrt und bei ihnen in einem grossen Teil des Umfanges die Wand der Orbita bildet, mehr oder weniger muskulöser Natur ist. Schon lange vorher hatte man die Beobachtung gemacht, dass bei vielen Tieren in diese Membran ein fremdes Gewebe eingelagert war (*Girard* 1820), und die Annahme, dass dieses Gewebe glatte Muskulatur wäre, war auch ausgesprochen (*Gurlt* 1834), von anderen aber (*Bendz* 1841) auf das bestimmteste mit der Erklärung zurückgewiesen worden, dass das fragliche Gewebe ausschliesslich aus elastischen Fasern bestände.

Drei Jahre nach H. Müller und, wie es scheint, unabhängig von ihm wurde der *M. orbitalis* beim Menschen von Turner (1861) beobachtet und beschrieben.

Später ist der *M. orbitalis* von mehreren Forschern zum Gegenstand von Untersuchungen, hauptsächlich vergleichend anatomischer Art, gemacht worden. Harling (1865) hat den Muskel bei Schaf und Hund und Lang-Heinrich (1893) bei Katze und Kaninchen ausführlich beschrieben. Burkard (1902) hat die Periorbita und die darin eingelagerte oder dazu in nächster Beziehung stehende Muskulatur bei Repräsentanten sämtlicher vertebraler Tierklassen untersucht. Groyer (1903) hat sich in der vorerwähnten Arbeit auch mit dem *M. orbitalis* bei einer Anzahl von Säugetieren beschäftigt. Alle diese Forscher haben auch diesen Muskel bei dem Menschen berührt.

Der *M. orbitalis* hat natürlich die Aufgabe, die Orbitalwand zu vervollständigen. Ausserdem aber hat er bei Tieren nach der einstimmigen Ansicht der Autoren auch eine andere Funktion, die nämlich, durch Verminderung der Orbitalhöhle bei seiner Kontraktion den Bulbus nach vorn zu schieben, und ist man der Ansicht, dass auf diesem Wege Reizung des Halssympathicus Exophthalmus bei den Tieren verursacht (Claude-Bernards Experiment). Der glatte *M. orbitalis* ist somit als Antagonist des bei Tieren vorhandenen quergestreiften *M. retractor bulbi* zu betrachten. Bei den Säugetieren hat Nuhn (1878) auf eine gegenseitige Beziehung zwischen diesen beiden Muskeln aufmerksam gemacht, welche darin besteht, dass eine schwache Entwicklung des *M. orbitalis* mit der Abwesenheit des *M. retractor bulbi* Hand in Hand geht. Nach Burkard ist diese Beziehung — ausser bei Amphibien und Vögeln — in der ganzen Serie der Wirbeltiere ganz deutlich ausgesprochen. Der allgemeinen Vorstellung nach steht die Entwicklung des Muskels im umgekehrten Verhältnis zur Ausbildung der ossösen Scheidewand zwischen den Orbital-

und Temporalkavitäten (Gegenbaur), was nach Burkard bezüglich der Säugetiere in der Weise im allgemeinen richtig ist, dass, je völliger die Augenhöhle von Knochenwänden umschlossen ist, desto geringer die Ausdehnung der glatten Muskelschicht, desto mächtiger dafür aber ihr Durchschnitt ist.

In Übereinstimmung mit dem einen wie mit dem andern wird so gut wie allgemein angegeben, dass der *M. orbitalis* beim Menschen nur gering entwickelt ist, und die allgemeine Ansicht dürfte dahin gehen, dass er beim Menschen ohne jegliche physiologische Bedeutung ist. Der Muskel ist beim Menschen durch das Fehlen des *M. retractor bulbi* oder infolge des Umstandes, dass die Kommunikation zwischen der Augenhöhle und der Schläfengrube zu einem schmalen Spalt zusammengedrängt worden ist, überflüssig geworden und stellt nunmehr nur noch ein rudimentäres Organ dar.

Indessen wurde kurz nach der Entdeckung des Muskels von gewisser Seite geltend gemacht, dass die Wirkung, welche der Muskel bei verschiedenen Tieren physiologisch hat, von demselben beim Menschen unter pathologischen Verhältnissen ausgeübt werden konnte. Claude-Bernards Experiment gab nämlich Aran 1860 Veranlassung zu der Annahme, dass ein permanenter Kontraktionszustand im *M. orbitalis* durch Verkleinerung des Orbitalvolumens die Ursache der Protrusion des Bulbus beim Morbus Basedowii sei, eine Ansicht, die bald zahlreiche Anhänger fand.

H. Müller hatte aber selbst erklärt, dass der Muskel beim Menschen, wenn er auch einen gewissen Druck auf den Orbitalinhalt auszuüben vermag, doch zufolge der anatomischen Anordnung kaum imstande sein kann, den Bulbus nach vorn zu drängen, wie bei Tieren, wo der Muskel in Form einer ausgedehnten, buchtigen Membran einen grossen Teil der Orbitalwand bildet, und wo man bei Reizung des Halssympathicus auch einen deutlichen Exophthalmus beobachtet. Und im

Jahre 1859 hatte W a g n e r und später auch H. M ü l l e r in der Absicht, zu erforschen, ob der Muskel beim Menschen dieselbe Funktion habe wie bei den Tieren, bei verschiedenen Gelegenheiten den Halssympathicus bei Hingerichteten mit elektrischem Strome gereizt und dabei gefunden, dass die Reizung Dilatation der Augenlidspalte und der Pupille, dagegen aber — soviel man mit dem blossen Auge sehen konnte — keine deutliche Protrusion des Bulbus bewirkte. Auch wurde A r a n s Hypothese von der Genese des abnormen Hervortretens des Bulbus bei B a s e d o w später aufgegeben, und der M. orbitalis beim Menschen schien kein Interesse mehr für die Forschung zu bieten. Sogar in grösseren anatomischen Handbüchern aus späterer Zeit wird nur im Vorbeigehen bemerkt, dass in der Fissura orbitalis inf. glatte Muskulatur vorhanden ist. — Von klinischer Seite ist zwar später ein Versuch gemacht worden, dem Muskel Bedeutung für eine pathologische Lageveränderung des Bulbus zuzuschreiben, die den Gegensatz des Exophthalmus bildet. S c h a p r i n g e r (1893) hat nämlich in einer durch Sympathicusbeschädigung hervorgerufenen Lähmung des M. orbitalis die Ursache zu dem traumatischen Enophthalmus sehen wollen, doch scheint diese Theorie keinen Anschluss gefunden zu haben.

In der letzten Zeit ist indessen die Aufmerksamkeit wieder auf den M. orbitalis gelenkt worden. F r ü n d und K r a u s s (1911, 1912) sind durch anatomische Untersuchungen des Muskels zu dem Schluss gekommen, dass derselbe beim Menschen keineswegs so bedeutungslos ist, wie man sich das vorzustellen gewohnt ist. F r ü n d hat die alte Auffassung von einem anhaltenden Kontraktionszustand des Muskels als Ursache des B a s e d o w s c h e n Exophthalmus, obwohl zum Teil in veränderter Form, wiederaufleben lassen. Und K r a u s s stellt nicht bloss in Aussicht, eine Erklärung für die Prominenz des Bulbus bei der B a s e d o w s c h e n Krankheit zu geben, sondern findet

als Resultat seiner anatomischen Untersuchung, „dass sich in der menschlichen Orbita eine Reihe anatomischer Voraussetzungen erfüllt finden, die zur Erklärung vieler ihrer akut und chronisch verlaufenden Volumschwankungen notwendig sind, die wir aber bisher vermissen mussten.“

Fründ und Krauss erklären nun unabhängig voneinander gefunden zu haben, dass ein Teil der Orbitavenen ein derartiges Lageverhältnis zum *M. orbitalis* haben, dass eine Kontraktion des Muskels zu einer mehr oder weniger weitgehenden Verengung der Venen führt, wodurch eine Blutstauung in der Orbita mit dadurch bedingter Propulsion des Bulbus zustande kommen muss. Die Möglichkeit, einer solchen Konstriktion ausgesetzt zu werden, haben vor allem die beiden venösen Hauptstämme — *Vena ophthalmica sup.* und *inf.* — kurz vor der Mündung in den *Sinus cavernosus* sowie die Venen, welche durch die *Fissura orbitalis inf.* die Orbita verlassen. Bei den letzteren, welche mitten durch die Muskelschicht gehen, lässt es sich ja leicht denken, dass die Muskelkontraktionen eine Zusammenschnürung im Gefolge haben können. Wie ein Krampf des Muskels für die zwei in den *Sinus cavernosus* mündenden Hauptstämme denselben Effekt haben sollte, ist dagegen schwerer zu verstehen. Fründ und Krauss haben nun auf einige für den Zweck wichtige Details hinsichtlich der Beziehungen des Muskels und der Venen im hintersten Teil der Orbita aufmerksam gemacht, die ihrer Ansicht nach die Erklärung liefern sollen. Da es zweckmässiger erscheint, auf diese Details erst im Zusammenhang mit dem Bericht über die Resultate meiner eigenen Untersuchung einzugehen, übergehe ich sie jetzt. Doch sei hier gesagt, dass, wenn die angeführten anatomischen Einzelheiten richtig sind, die Annahme, dass der *M. orbitalis* den Venen eine Kompression aufzuzwingen vermöge, wohl begründet zu sein scheint. Fründ hat daneben die alte Meinung wieder auf-

genommen, dass der Orbitalmuskel bei seiner Kontraktion den Orbitalraum direkt verkleinert und auch dadurch den Bulbus nach vorn schieben kann; doch soll die Einwirkung des Muskels auf den Bulbus längs dieses Weges gering sein und hinter derjenigen zurückstehen, welche durch die Kompression der Venen zustande kommt.

Die Hypothese von einer venösen Blutüberfüllung in der Orbita als nächster Ursache des Vortretens des Bulbus bei der Basedowschen Krankheit ist bekanntlich nicht neu. Sie hat viele Anhänger gehabt, und man kann sie in ihren Anfängen mehr als fünfzig Jahre zurückverfolgen. Die Hypothese erfordert doch selbst eine Erklärung, nämlich wie die Blutüberfüllung zustande kommt. In bezug hierauf sind verschiedene Erklärungen gegeben worden. Man hat gesagt, dass die gesteigerte Blutfülle auf einer Stauungshyperämie beruhen sollte, hervorgerufen durch Kompression der Venae jugulares am Halse. Die Kompression der Jugularvenen wieder soll nach einigen durch die Struma, nach anderen durch einen Krampfzustand der Halsmuskeln bewirkt sein (Taylor 1856); weder die eine, noch die andere dieser beiden Theorien dürfte gegenwärtig noch Verteidiger finden. In der ersten Auflage von Graefe-Saemischs Handbuch hat Sattler (1880) die Erklärung in einer Dilatation der Orbitalvenen zufolge einer vasomotorischen Lähmung oder wenigstens eines herabgesetzten Gefäßtonus gesucht¹⁾.

Das Neue in Fründs und Krauss' Theorie von der Pathogenese des Basedowschen Exophthalmus wäre somit die Idee, die präsumierte Blutüberfüllung auf eine Kompression der Orbitalvenen seitens des M. orbitalis zurückzuführen. Sie würden also einer alten Hypothese eine neue Erklärung und

¹⁾ Sattler vertritt jetzt (1912) eine andere Ansicht bezüglich der Ursache der Protrusion des Bulbus bei Basedow, indem er sie hauptsächlich in einem retrobulbären Ödem sieht.

eine neue Stütze gegeben haben. Indessen ist auch diese ihre Idee nicht so ganz neu. Schon Harling (1865) warf die Frage auf, ob der *M. orbitalis* „vielleicht zu den die Fiss. orbit. inf. et sup. durchsetzenden Gebilden, also namentlich zu den Gefässen in irgend einer Beziehung steht“; er hielt dies zwar nicht für wahrscheinlich, sagt aber auch, dass er die Frage nicht hat entscheiden können. Und Sattler schreibt (1880) in dem oben erwähnten Handbuch (S. 987): „Wollte man überhaupt irgend einen Einfluss des *M. orbitalis* auf das Zustandekommen oder die Steigerung des Exophthalmus zulassen, so konnte man sich denselben nur so zurechtlegen, dass durch die kontrahierten Muskelbündel die die Fissura orbitalis inf. durchsetzenden Venen und Lymphgefässstämme etwas konstringiert würden, während die Arterien einer solchen Konstriktion bei dem kräftigen Herzimpuls Widerstand zu leisten imstande wären. Es ist dies eine Idee, die auch schon durch Horner in einer Dissertation *Nicatis* (1873) Ausdruck fand.“

Hieraus geht hervor, dass das Neue bei Fründ und Krauss eigentlich darin besteht, dass sie glauben nachgewiesen zu haben, dass der *M. orbitalis* bei eintretender Kontraktion tatsächlich nicht nur die die Fiss. orbitalis inf. durchsetzenden Venen, sondern auch die beiden Hauptvenen der Orbita, *Vena ophthalmica sup. et inf.*, konstringieren muss.

b) Eigene Untersuchungen.

Material und Untersuchungsmethoden.

Da die Basedowsche Krankheit hauptsächlich nach dem Pubertätsalter vorkommt, erschien es mir erwünscht, dass die Muskulatur in der Fissura orbitalis inf. und deren Beziehung zu den orbitalen Venen an Material von erwachsenen Individuen untersucht würde. Brauchbares derartiges Material ist aber in Schweden recht schwer zu erhalten. Im Hinblick

auf die Erhaltung der Topographie wäre es ja am zweckmässigsten gewesen, die Orbita zu isolieren, die Knochenwände zu entkalken und danach in hier unter angegebener Weise zu verfahren. Orbiten, die so hätten behandelt werden können, haben mir aber nicht zur Verfügung gestanden. Ich habe daher versuchen müssen, auf einem etwas anderem Wege zum Ziele zu gelangen.

Ich habe die Periorbita mit dem Orbitalinhalt im Zusammenhang herausgenommen und dabei versucht, die Gewebemassen in der Fiss. orbitalis inf. und die vordere Hälfte des Sinus cavernosus in möglichst unbeschädigtem Zustande mitzubekommen. Durch Aufhängen des Präparates an der hinteren Spitze in Formalinsprit ist dasselbe unter Beibehaltung der konischen Orbitalform gehärtet worden. Auf diese Weise erhielt ich ein Präparat, welches keinen andern wesentlichen Unterschied von einem durch Entkalkung gewonnenen zeigte, als dass die orbitale Knochenwand fehlte. Nach Zelloidin- (oder Paraffin-) Einbettung ist das Präparat in Serien mit frontaler Schnitt- richtung geschnitten worden. Zum Färben wurden Hämatoxylin und van Gie s o n s Mischung benutzt. Auf so erhaltenen Schnittserien kann die glatte Muskulatur in der Fissura orbitalis inf. und ihre Beziehung zu den Venen mit ungefähr demselben Vorteil studiert werden, als wenn die Knochenwand noch vorhanden wäre. In solche frontale Schnittserien habe ich vollständig zwei Orbiten sowie die hintere Partie von fünf weiteren Orbiten und zwar von sechs verschiedenen Individuen im Alter von 26—64 Jahren geschnitten.

Auch hier ist indessen die makroskopische Präparation zur Beurteilung der Schnittserien notwendig. Dies gilt wenigstens für den für die oben erwähnte Frage wichtigsten Teil der Orbita, nämlich ihre hintere Spitze mit der Fissura orbitalis sup., wo die Orientierung auf den Schnitten ohne vorhergehende Präparation schwierig ist. Darum sind auch mehrere Orbiten

mit besonderer Berücksichtigung des gegenseitigen Lageverhältnisses zwischen den verschiedenen Gebilden an der hinteren Spitze der Orbita und in der Fiss. orbitalis sup. und ganz besonders der venösen Hauptstämme in ihrem hintersten Verlauf präpariert worden.

Allgemeine Anordnung der Muskulatur.

Der M. orbitalis ist bei dem erwachsenen Menschen ziemlich ansehnlich, mächtiger als man es sich vielleicht vorstellt. Die Muskelmasse füllt nicht nur die Fiss. orb. inf. aus, sondern erstreckt sich auch über die Grenzen der Fissur hinaus.

So reicht die Muskelschicht weiter nach hinten als die Fiss. orb. inf., indem sie unter der Zinnschen Sehne durch das hintere-mediale Ende der Fissura orb. sup. bis in den vordersten Teil der medialen-unteren Wand des Sinus cavernosus sich fortsetzt. Die vordere Grenze der Muskulatur habe ich infolge des Verfahrens bei der Entnahme des Materials nicht sicher bestimmen können, halte es aber für sehr wahrscheinlich, dass sie mit dem vorderen Ende der Fissura orb. inf. zusammenfällt.

Die Muskelmasse hat auch nicht dieselbe Breite wie die Fiss. orb. inf., sondern ist breiter. Zunächst füllt sie den Raum aus, welcher von dem Periost an den Rändern der Fissur begrenzt wird. Diese in der Fissur selbst befindliche Muskelpartie richtet sich in ihrer frontalen Ausdehnung nach der Breite der Fissur. Diese variiert bekanntlich sowohl individuell wie gewöhnlich auch in verschiedenen Teilen der Länge der Fissur. Meist ist — wie ich an mazerierten Schädeln beobachtet habe — die Fissur am schmalsten etwas hinter der Mitte, wo der Spalt nicht mehr als 1—2 mm misst, von da erweitert sie sich gewöhnlich etwas in ihrem hintersten Teil, noch mehr

aber in der Richtung nach vorn und erreicht dort eine Breite von 3—5 mm. Bisweilen ist die Fissur jedoch in ihrem ganzen Verlaufe ziemlich gleichbreit und hält sich dann zwischen 1—2 mm. Ausnahmsweise hat sie ausgesprochene Keulenform, indem sie nach einem mehr oder weniger gleichbreiten Verlauf sich am vorderen Ende plötzlich zu einem rundlichen Loch von bis zu 1 cm Durchmesser erweitert.

Die Muskulatur aber dehnt sich nun seitwärts über den lateralen und medialen Rand der Fissur hin in der Weise aus, dass Muskelbündel sich in abnehmender Menge zu beiden Seiten der Fissur in die Periorbita hinein erstrecken (Fig. 23, Taf. 11/12). Die Muskelbündel nehmen dabei die der Orbitalhöhle zugewandte Schicht der Periorbita ein, und bisweilen ist dies so ausgesprochen der Fall, dass die Bündel mehr eine Schicht auf der zentralen Fläche der Periorbita bilden, als dass sie in dieselbe eingesprengt sind. Die Ausdehnung, in welcher Muskelbündel auf den Seiten der Fissur angetroffen werden, variiert von 1—4 mm; ausnahmsweise sieht man vereinzelte Bündel in noch grösseren Abständen vom Fissurrande. In der Regel scheint es so zu sein, dass die Muskelbündel vorn auf der lateralen Seite der Fissur mehrere mm in die Periorbita hineingehen, während sie auf der medialen Seite gleich in der Nähe der Fissur aufhören; im hinteren Teile der Fissur dagegen erstrecken sie sich weiter eher auf der medialen als der lateralen Seite. Übrigens variiert dies auf verschiedenen Schnitten. Am weitesten nach hinten, wo die Muskulatur durch die Fissura orb. sup. tritt, schieben sich immer die Muskelbündel höher hinauf an der medialen Wand (Keilbeinkörper) als an der lateralen, so dass dort die eine Fläche der Muskelschicht nach oben und lateralwärts, die andere nach unten und medianwärts sieht.

Zufolge der individuellen und lokalen Variationen in der Breite der Fissura orb. inf. und in der Ausstrahlung der Muskel-

bündel seitwärts derselben zeigt die Muskelschicht in toto in ihrer transversalen Ausdehnung nicht unbedeutende Variationen. Nach vorn zu kann sie, wo sie am breitesten ist, bis zu 10—12 mm erreichen, nach hinten zu wird sie schmaler (8—6 mm), und ganz hinten sinkt die Breite allmählich auf 3—2 mm.

Diese Muskelmasse bildet keine gleichmässig dicke Platte oder Membran von überall gleicher und kompakter muskulöser Struktur. Die mittlere Partie, welche die Fissura orb. inf. selbst ausfüllt, ist bedeutend mächtiger als die in die Periorbita sich erstreckenden Seitenausstrahlungen, so dass die Muskelmasse im mittleren Abschnitt der Fissur auf Querschnitten mehr oder weniger T-Form zeigt (Fig. 23). Während die erwähnten Ausstrahlungen nur eine ganz dünne Schicht auf jeder Seite bilden, oder nur aus zerstreuten Bündeln bestehen, die nach den Seiten hin allmählich aufhören, hat die Muskelmasse in der Fissur selbst eine ansehnliche Dicke. Ein generelles Mass dafür lässt sich indessen nicht angeben, da die Muskelmasse nicht nur in verschiedenen Teilen der Länge der Fissur, sondern auch auf verschiedenen Stellen desselben Frontalschnittes verschieden dick ist. Während sie eine ziemlich gleichmässige obere Fläche hat, ragt sie nämlich zapfenförmig in die Fossa pterygo-palatina bzw. infratemporalis hinunter, bald längs dem lateralen Fissurrande, bald längs dem medialen und bald an beiden Stellen oder mitten zwischen den Fissurrändern (Fig. 23). An solchen Stellen erreicht nun die Muskelschicht eine Dicke von 3—4 mm, und zerstreute Muskelbündel können noch bis zu einer Tiefe von einigen weiteren Millimetern angetroffen werden. Sonst aber hat sie im mittleren Teile der Länge der Fissur, wo sie gleichzeitig damit, dass sie am schmalsten ist, ihren grössten Durchschnitt erreicht, eine Dicke von ca. 2 mm. Dort liegen die Muskelbündel auch dicht. Weiter nach vorn wie nach hinten zu wird die Muskelschicht sowohl dünner als weniger kompakt.

Die Muskulatur bildet natürlich auch keine plane Scheibe, sondern eine in Übereinstimmung mit der Figuration der Orbitalwand bei der Fissura orb. inf. nach unten gewölbte Schicht.

Die Muskelfaserzellen verlaufen in allen Richtungen. In der Periorbita an den Seiten der Fissur wie auch im obern Teil der dazwischen liegenden mächtigen Muskelpartie überwiegt im allgemeinen die transversale (frontale) Richtung. In den unteren Teilen der letzterwähnten fissuralen Muskelmasse und besonders in den zapfenförmig hinabragenden Partien ist eher die vertikale Richtung die gewöhnlichste; und ganz nach hinten zu, unter und hinter der Zinn'schen Sehne, geht ein grosser Teil und bisweilen die Mehrzahl der Muskelfasern mehr oder weniger sagittal.

Die Muskelmasse grenzt nach oben an das Orbitalfett und nach unten an das fetthaltige Gewebe in der Fossa pterygopalatina und infratemporalis. Die obersten Muskelfasern liegen jedoch gewöhnlich nicht in direkter Berührung mit dem Orbitalfett, sondern werden meist durch eine dünne Bindegewebschicht davon getrennt, welche nach unten zu mit dem Bindegewebe zwischen den Muskelbündeln zusammenhängt und nach den Seiten hin in die Periorbita übergeht.

Es ist schwer zu verstehen, welchem Zwecke der *M. orbitalis* beim Menschen dient, und welches die Ursache seiner nicht geringen Mächtigkeit ist. Wenn Fründ in einer Kontraktur des Muskels eine durch direkte Verminderung der Kapazität der Orbita beitragende Ursache zur Protusion des Bulbus bei der Basedow'schen Krankheit sehen will, so sei bemerkt, dass, da das Periost an den Rändern der engen Fissura orb. inf. fest adhärirt, die Muskelschicht trotz ihrer Wölbung und ihrer nicht unbedeutenden Breite bei ihrer Kontraktion den Orbitalraum nicht gut in erheblicherem Grade verengern kann. Und wenn bei dieser Sachlage ausserdem die Kompressibilität der Gewebe, welche den Muskel vom Bulbus trennen, in Be-

tracht gezogen wird, erscheint es wohl klar, dass der Einfluss des Muskels auf die Lage des Bulbus — wenn überhaupt vorhanden — jedenfalls so verschwindend gering sein muss, dass er, praktisch genommen, ausser Betracht bleiben kann.

Übrigens habe ich weder eine Funktion des Muskels noch irgend einen plausiblen Grund für seinen Fortbestand finden können. Die kleinen Lageveränderungen, denen der Bulbus normalerweise unterworfen ist, und die mit Variationen der Blutfülle der Orbitalgefässe in Verbindung zu setzen sind, zeigen, dass der intraorbitale Druck bereits unter physiologischen Verhältnissen wechselt, und möglicherweise spielen diese Druckvariationen eine Rolle, um dem Untergang der Muskelfasern entgegenzuwirken.

Die Beziehungen der Muskulatur zu den Venen der Orbita.

Bevor ich auf diejenigen Einzelheiten in den Beziehungen der Muskulatur zu den Venen der Orbita eingehe, die für die Frage nach der Bedeutung der Muskulatur für die Entstehung einer venösen Blutstauung in der Orbita von Wichtigkeit sind, muss ich die Venen mit einigen Worten besonders berühren. Es ist vor allem nötig, sich darüber zu unterrichten, wie die venösen Hauptstämme, Vv. ophthalm. sup. et inf., im hintersten Teil der Orbita verlaufen, denn dort ist es, wo diese Hauptvenen zum M. orbitalis in Beziehung treten.

Über die Anatomie der orbitalen Venen liegen mehrere Untersuchungen vor. Ausser älteren Darstellungen von Zinn (1855), Walter (1778) und Sömmering (1801) sowie Beiträgen von Hyrtl (1759) und Merkel (1874) gibt es vier grössere Bearbeitungen, nämlich von Sesemann (1869), Gurwitsch (1883), Festal (1887) und aus letzter Zeit von Krauss (1907, 1910). Die Angaben, welche über den hinteren

Verlauf der venösen Hauptstämme gemacht worden sind, sind jedoch im allgemeinen recht knapp.

In bezug auf die *V. ophthalm. sup.* lautet die gewöhnliche Angabe, die auch in anatomischen Hand- und Lehrbüchern zu finden ist, dass die Vene, nachdem sie von dem medialen vorderen Teil der Orbita schräg nach hinten und lateralwärts zwischen dem *M. rectus sup.* und *Nerv. opticus* verlaufen ist, zwischen den *Mm. recti sup. und lat.* aus dem Muskelkegel austritt und danach durch die *Fissura orbit. sup.* zum *Sinus cavernosus* geht. Gewöhnlich wird nicht genauer

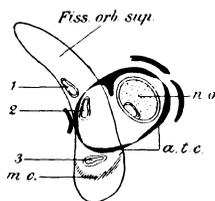


Fig. C.

Schematische Darstellung der Teile in der Gegend des Foramen opticum und der Fissura orbitalis superior.

a. t. c. = Annulus tendineus communis; n. o. = Nervus opticus; m. o. = Musc. orbitalis; 1 = Vena ophthalm. sup. nach Merkel und Kallius u. a.;
2 = Dieselbe nach Schwalbe; 3 = Dieselbe nach Fründ.

angegeben, durch welchen Teil der Fissur die Vene hindurchgeht. Doch dürfte es die verbreiteste Ansicht sein, dass sie in der Weise verläuft, wie Merkel und Kallius es in einer schematischen Figur in Graefe-Saemischs Handbuch (Fig. 27, S. 67, II. Aufl.) angegeben haben. Die Fissura orbit. sup. wird bekanntlich durch den gemeinsamen Ursprung der geraden Augenmuskeln (Annulus tendineus communis) in drei Abschnitte geteilt (siehe obenstehende schematische Textfigur): 1. eine vordere-laterale, die temporal vom Annulus tendin. communis liegt; 2. eine mittlere, welche der vom Sehnenringe umschlossenen Partie entspricht, und 3. eine untere-mediale, die

aus dem übrigen innersten Teile besteht und nach oben vom unteren Teil des Sehnenringes und im übrigen vom Periost im unteren medialen Umfange der Fissur begrenzt wird. Merkel und Kallius haben nun die Durchtrittsstelle der V. ophthalm. sup. in den erstgenannten vorderen-lateralen Abschnitt unmittelbar am Sehnenring verlegt (Fig. C, 1). Und dies dürfte auch der Meinung der meisten anderen Autoren entsprechen.

Doch finden sich auch andere Angaben. Schwalbe hat in seiner „Anatomie der Sinnesorgane“ angegeben, dass die Vene durch den mittleren Abschnitt geht (Fig. C, 2), wonach sie also den Muskelkegel durch den Sehnenring selbst hindurch verlassen würde. Und Fründ scheint noch einer anderen Meinung zu sein, die mit seiner Angabe zusammenhängt, dass die Vene hier in eine wichtige Beziehung zum M. orbitalis tritt.

Der M. orbitalis setzt sich, wie oben gesagt wurde, nach hinten durch den dritten oder unteren medialen Abschnitt der Fissura orb. sup. fort und ist dort unter dem Annulus tend. communis schräg über die Fissur ausgespannt, wie die Textfigur es schematisch zeigt (Fig. C, m. o.). Der untere mediale Abschnitt wird also durch den M. orbitalis in zwei Unterabteilungen, eine obere und eine untere, geteilt. Die obere, die hier allein von Interesse ist, wird nach oben vom Sehnenringe und nach unten und medial vom M. orbitalis begrenzt, der auch auf der lateralen Seite emporgehen kann, wodurch der Muskel auf Querschnitten mehr oder weniger Bogenform mit der Konvexität nach unten erhält.

Ob nun die V. ophthalm. sup. durch den vorderen-lateralen oder durch den mittleren Abschnitt der Fissura orbit. sup. hindurch tritt, so ist es ohne andere Auskünfte schwer zu verstehen, wie sie auf ihrem Wege zum Sinus cavernosus in direkte Beziehung zum M. orbitalis, der in dem unteren medialen Ab-

schnitt liegt, treten kann. Fründ, der die Aufmerksamkeit darauf gelenkt hat, dass eine solche Beziehung dennoch existiert, scheint auch eine andere Auffassung von dem Verlauf der Vene zu haben. Sowohl aus dem Texte seiner Arbeit, wie aus einer beigegeführten Zeichnung¹⁾ eines Frontalschnittes durch den hintersten Teil der Orbita geht nämlich hervor, dass er meint, die Vene ziehe unter dem gemeinsamen Muskelursprunge hin und trete also durch den Raum zwischen dem Annulus tend. comm. und dem M. orbitalis aus der Orbita aus (Fig. C, 3).

Ferner hat nun Fründ behauptet, dass die Vene, wenn sich der M. orbitalis kontrahiert, zwischen der glatten Muskelplatte und dem gemeinsamen Muskelursprung komprimiert werden muss. Und da auch die V. ophthalm. inf. durch den genannten Raum zwischen dem M. orbitalis und dem Augenmuskelursprunge aus der Orbita austritt, muss – ebenfalls nach Fründ – die Kontraktion des glatten Muskels eine Strangulation auch dieser Vene im Gefolge haben. Eine solche Zusammenschnürung der beiden hinteren Hauptabflüsse der Orbita muss, so meint Fründ, zu venöser Blutstauung in der Orbita führen, und er sieht hierin die wesentliche Ursache der Verschiebung des Bulbus beim Morbus Basedowii. Der Eintritt der Blutstauung soll durch Konstriktion auch gewisser anderer Venen befördert werden. Der M. orbitalis muss nämlich auch diejenigen Venen zusammenpressen können, welche von der Orbita aus durch die Fissura orbit. inf. zum Plexus pterygoideus hingehen, da diese Venen ja mitten durch den Muskel hindurch dringen. Und endlich sollen sowohl die V. ophthalm. inf. selbst wie dazu gehörigen Venenzweige stellenweise gegen die laterale Orbitalwand durch glatte Muskelschleifen zusammengepresst

¹⁾ Fig. 1. Taf. XXIV in: Die glatte Muskulatur der Orbita und ihre Bedeutung für die Augensymptome bei Morbus Basedowii. Beitr. z. klin. Chir. Redig. von v. Bruns. Bd. 37. 1911.

werden können, welche sich in wechselnder Weise von dem M. orbit. abtrennen und nach oben der genannten Wand entlang laufen.

Die V. ophthalm. sup. hat nun indessen keinen solchen Verlauf, wie Fründ zu meinen scheint. Auch verlässt sie die Orbitalhöhle nicht durch den vorderen-lateralen und noch weniger durch den mittleren Abschnitt der Fissura orbit. sup. Die Vene zeigt nämlich nach hinten zu einen Verlauf, der weder mit der gewöhnlichen noch mit Schwalbes und Fründs Darstellung übereinstimmt und der, soviel ich habe finden können, in seinen Hauptzügen nur von Festal und Krauss angedeutet worden ist.

Es verhält sich nämlich so, dass die V. ophthalm. sup., nachdem sie zwischen den Mm. recti sup. und lat. aus dem Muskelkegel ausgetreten ist, zwar in dem vorderen-lateralen Abschnitt der Fissura orbit. sup. unmittelbar lateralwärts vom Annulus tendin. commun. die Fissur erreicht, dort aber tritt sie nicht durch dieselbe hindurch. Denn die Vene verbleibt fortgesetzt innerhalb der Orbita und erhält an der erwähnten Stelle nur einen andern Verlauf als vorher. Sie biegt nämlich dort gewöhnlich plötzlich in der Richtung nach unten ab, so dass sie in der Fortsetzung mehr oder weniger vertikal mit einer Abweichung nach hinten und medianwärts verläuft. Die Vene geht von dem vorderen lateralen Abschnitt der oberen Orbitalfissur an längs dem unteren Rande der Fissur, auf der orbitalen Seite des Knochenrandes liegend, und an der lateralen Seite der Orbitalnerven vorbei nach dem unteren-medialen Abschnitt hinab. Hier macht sie zum zweiten Male eine scharfe Biegung. Sie biegt nämlich hier nach hinten ab und nimmt einen sagittalen Verlauf an, und erst nun verlässt sie die Orbita. Der Austritt selbst erfolgt also durch das untere-mediale Ende der Fissura orbit. sup.; 2—3 mm nach der letzten Biegung mündet die Vene in die vordere-untere Ecke des Sinus cavernosus.

Im folgenden nenne ich die beiden scharfen Biegungen, welche die Vene in ihrem hinteren Verlaufe gewöhnlich zeigt, das „obere Knie“ und das „untere Knie“ und den dazwischen liegenden 8—10 mm langen Venenteil das „vertikale Stück“, den letzten — hinter dem „unteren Knie“ befindlichen sagittalen und nur 2—3 mm langen — Teil das „Endstück“.

Es gilt nun, eine im einzelnen klare Vorstellung von der Lage der Vene zu dem gemeinsamen Augenmuskelursprung oder dem Annulus tendin. commun. und speziell zu der kräftigen unteren Partie des Sehnenringes, der sog. Zinnschen Sehne (Z. S.), wie auch zum M. orbitalis zu erhalten.

Von dem „oberen Knie“ an, welches unmittelbar lateralwärts vom Sehnenringe auf der Grenze zwischen den Mm. recti sup. et lat. liegt, verläuft das „vertikale Venenstück“ abwärts hinter dem lateralen Teil des Sehnenringes, teilweise eingeklemmt zwischen diesem und der Periorbita des grossen Keilbeinflügels — also nicht zwischen der Dura und Periorbita, wie Krauss sagt, sondern andauernd innerhalb der Periorbita gelegen. So erreicht das vertikale Venenstück die Z. S. und zieht hinter derselben fort, wobei es diese auf dem Wege hinab zum unteren medialen Abschnitt der Fissura orbit. sup. natürlich kreuzen muss. Die V. ophthalm. sup., welche allerdings schliesslich an die letztgenannte Stelle der oberen Orbitalfissur kommt, geht, um dahin zu gelangen, also keineswegs unter dem gemeinsamen Augenmuskelursprung (inkl. Z. S.), sondern sie geht erst lateral vom Muskelursprung und biegt dann nach unten hinter denselben hinab. Es ist das „untere Knie“, welches so in den unteren medialen Abschnitt der Fissur zu liegen kommt; nun aber ist zu beachten, dass dies sich weder ganz hinter, noch gerade unter der Z. S. befindet, sondern nebst dem „Endstück“ eine Lage einnimmt, die näher beschrieben werden muss.

Wenn die hintere Kante der Zinnschen Sehne in der

Frontalebene verlief, so würde natürlich, da das vertikale Venenstück hinter der Sehnenkante hinabgeht, das untere Knie und das Endstück ebenfalls völlig hinter der Sehne in eine dicht darunter befindliche Horizontalebene zu liegen kommen. Ein Frontalschnitt der Orbita würde folglich nicht gleichzeitig die Z. S. und das untere Knie bzw. das Endstück aufweisen können. Es wäre mit andern Worten ganz einfach infolge des Verlaufes der Vene ohne weiteres ausgeschlossen, dass die Vene von einer von unten her wirkenden Kraft (M. orbit.) gegen die Z. S. gepresst und so komprimiert werden könnte.

Nun kann man jedoch an gewisser Stelle an der hinteren Spitze der Orbita Frontalschnitte erhalten, die zugleich die Z. S. und darunter den Querschnitt der V. ophthalm. sup. zeigen, Schnitte also, welche aus der Serie herausgerissen, möglicherweise die Vorstellung erwecken könnten, dass die Vene, wenn sie die Orbita verlässt, ihren Weg unter der Z. S. nimmt. Solche Bilder können nämlich in denjenigen Frontalschnitten erhalten werden, wo die Vene unmittelbar hinter dem vertikalen Stücke vom Messer getroffen worden ist. Man kann sie deshalb erhalten, weil die hintere Kante der Zinnischen Sehne nicht frontal, sondern schräg vom grossen Keilbeinflügel medianwärts und rückwärts über die Fissura orbit. sup. zum Keilbeinkörper hin verläuft. Mit anderen Worten, die Sehne nimmt an der medialen Seite weiter nach hinten ihren Ursprung als an der lateralen. Da nun das vertikale Venenstück an dem unteren Rande der Fissura orbit. sup. hinter dem lateralen Teil der hinteren Sehnenkante zum unteren-medialen Abschnitt der Fissur hinab läuft, so werden das untere Knie und das sagittalwärts verlaufende Endstück in nach hinten zu abnehmendem Grade gleichsam von der lateralen Seite her unter den medialen Teil der Sehne hinuntergeschoben, in der Weise, wie der eine Stab eines halb ausgebreiteten Fächers unter den nächst darüberliegenden Stab

geschoben ist. Es ist notwendig, sich hieran zu erinnern, um solche mikroskopische Schnittbilder richtig beurteilen zu können, wo die V. ophthalm. sup. unter der Z. S. zu liegen scheint.

Unter dem unteren Knie und dem Endstück befindet sich das hintere Ende des M. orbitalis, dessen Beziehung zu diesen Venenteilen mit Hilfe von abgezeichneten Mikrotomschnitten hier unten eingehend erörtert werden wird. Oberhalb des Endstückes verlaufen die zur Orbita gehenden Nerven, von denen der N. abducens der Vene am nächsten liegt.

Über den hinteren Verlauf der V. ophthalm. inf. findet man in der Literatur nur die Angabe, dass die Vene in die V. ophthalm. sup. oder direkt in den Sinus cavernosus mündet.

Der Verlauf der Vene ist nun einfach und leicht anzugeben. Ich habe stets gefunden, dass die Vene durch den Raum zwischen Z. S. und M. orbitalis geht. Nachdem sie so unter der Z. S. hindurchgegangen ist, mündet sie in die V. ophthalm. sup. in der Gegend des unteren Knies oder im untersten Teile des vertikalen Stückes. In keinem der von mir untersuchten Fälle habe ich die Vene direkt in den Sinus cavernosus einmünden sehen. Doch hängt im einzelnen Falle die Antwort auf die Frage, ob die V. ophthalm. inf. sich in die V. ophthalm. sup. oder in den Sinus cavern. ergießt, davon ab, wohin die Grenze zwischen der letztgenannten Vene und dem Sinus verlegt wird. Ich habe gemeint, dass die Blutbahn nicht zum Sinus cavern. zu rechnen ist, so lange ihr Lumen nicht das Kaliber des unteren Venenknies übersteigt. Endlich muss noch hinzugefügt werden, dass man gewöhnlich nicht nur eine einzige Vene durch den genannten Raum zwischen dem Sehnenringe und dem M. orbit. verlaufen sieht, sondern meist zwei oder mehrere, welche sich da unmittelbar vor der Einmündung in die V. ophthalm. sup. miteinander vereinigen, oder auch gesondert, jede für sich, in dieselbe münden können. Daher kann man bisweilen im Zweifel sein, was als

„Vena ophthalm. inf.“ zu bezeichnen ist. Das Kaliber dieser Venen, die man wohl am besten zusammen die V. ophthalm. inf. repräsentieren lassen dürfte, zeigt grosse individuelle Variationen.

In der Figur 1, Taf. XXIV in Fr ü n d s oben erwähnter Arbeit liegen zwei quergeschnittene Venen gerade unter dem gemeinsamen Augenmuskelsprung, von denen die mediale die V. ophthalm. sup. und die laterale die V. ophthalm. inf. sein soll. Meinem Dafürhalten nach und in Übereinstimmung mit der eben gegebenen Darstellung des Verlaufes der Venen kann ein Frontalschnitt durch die Orbita mit derartigen Lagebeziehungen normalerweise nicht erhalten werden. Ist die Figurenerklärung richtig, so kann ich dies nicht anders deuten, als dass der Frontalschnitt von einer Orbita mit anomalem Verlauf der V. ophthalm. sup. herrühren muss, sofern nicht die gegenseitigen Lagebeziehungen der betreffenden Teile bei Föten, wie sie Fr ü n d untersucht hat, sich anders gestalten als bei erwachsenen Individuen.

Nach dieser Orientierung über den Verlauf der venösen Hauptstämme an der hinteren Spitze der Orbita kann ich zur Detailuntersuchung ihrer Beziehung zum M. orbitalis übergehen.

Im grossen und ganzen hat in den sieben Orbiten, die ich untersucht habe, die glatte Muskulatur an der hinteren Spitze der Orbita dieselbe Anordnung. Betreffs der Einzelheiten dagegen kommen viele individuelle Variationen vor, so dass ich nicht einmal in zwei Orbiten volle Übereinstimmung gefunden habe. Da es nun indes für die durch Fr ü n d und Krauss aktuell gewordene Frage nach der Bedeutung des Orbitalmuskels für die Entstehung einer venösen Blutstauung in der Orbita gerade die Einzelheiten sind, von denen die Entscheidung abhängt, so ist es nicht genug damit, eine für alle Fälle gültige summarische Darstellung der beobachteten Details zu geben,

sondern es müssen die verschiedenen Fälle einzeln untersucht und beurteilt werden. Dieser individuellen Detailvariationen wegen habe ich mich veranlasst gefunden, die Beziehung der glatten Muskulatur zu den Vv. ophthalm. sup. et inf. in drei verschiedenen Orbiten eingehend zu beschreiben. Dadurch erhält man eine Vorstellung von der Art der anzutreffenden Variationen und damit eine breitere Basis für ein Urteil in der Hauptfrage selbst.

Ich verweise nun auf die Figg. 24—28, Taf. 11/12 u. 13/14. Die Figuren sind nach Frontalschnitten durch die hintere Spitze der linken Orbita eines 64jährigen Mannes gezeichnet. Die Schnitte, welche aus einer Serie herausgewählt sind, haben in derselben mit kurzen Zwischenräumen ihren Platz nach der Numerierung so, dass der Schnitt 24 am weitesten nach vorn und Schnitt 28 am weitesten nach hinten am Sinus cavernosus liegt. Wenn der Leser sich daran erinnert, was eben bezüglich der Vv. ophthalm. sup. und inf. gesagt wurde, so dürfte es ihm mit Hilfe dieser Schnitte möglich sein, ein plastisches Bild von den in der Spitze der Orbita gelegenen Teilen und ihren gegenseitigen Beziehungen zu erhalten.

Der Schnitt 24 hat die Orbita dicht vor dem oberen Knie der oberen Orbitalvene getroffen. Die vier geraden Augenmuskeln (r. s.; r. l.; r. i.; r. m.), welche noch nicht ihre volle muskulöse Entwicklung erhalten haben, sind zu einem gegen den Sehnerven (n. o.) offenen Ring miteinander verbunden: das ist der *Annulus tendineus communis*, dessen unterer für den *M. rectus lat., inf. und med.* gemeinsamer Teil die *Zinn'sche Sehne* bildet. Der Ring verschmilzt auf der lateralen und medialen Seite mit der Periorbita, welche den grossen Keilbeinflügel und den Keilbeinkörper bekleidet. Ein Stück unterhalb der Z. S. sieht man den *M. orbitalis*, welcher in nach unten gerichtetem Bogen vom Periost der lateralen zum Periost der medialen Orbitalwand geht; die meisten Muskel-

fasern verlaufen in transversaler Richtung und sind längsgeschnitten, doch sieht man auch recht viele schräg- und quergeschnittene. Begrenzt von der Z. S. nach oben, der Periorbita auf der lateralen und medialen Seite und dem *M. orbitalis* nach unten entsteht ein halbmondförmiger, in der Mitte ca. 2 mm hoher Raum — im folgenden der Kürze wegen der „tendino-muskulöse Raum“ genannt — der hauptsächlich von Fett angefüllt und von einem vom *M. orbitalis* bis zur Z. S. ausgespannten Muskelseptum (s) durchsetzt ist. Dieses Muskelseptum hat, wie die Schnittserie zeigt, eine sagittale Ausdehnung von nur 3 mm und nimmt sowohl nach vorn wie nach hinten schnell an Stärke ab; am besten ist es im mittleren Teile ausgebildet, der auf dem vorliegenden Schnitt getroffen ist. Unter dem *M. orbitalis*, welcher hier den Boden der Orbitalhöhle bildet, liegt das Fettgewebe der Fossa pterygopalatina.

Ferner ist nun die Lage der Hauptvenen zu beachten. Die *V. ophthalmica sup.* (v. o. s.) liegt quergeschnitten in der oberen lateralen Ecke an der Fissura orbit. sup. und lateralwärts vom Annulus tendin. commun. In dem halbmondförmigen tendino-muskulösen Raum sind Querschnitte von zwei Venen zu sehen: der eine Querschnitt (v¹. o. i.) liegt in der lateralen Spitze des Halbmondes an der Grenze zwischen dem *M. rectus lat. et inf.*, der andere (v². o. i.) unter dem *M. rectus inf.* Verfolgt man diese beiden Venen in der Schnittserie nach vorn gegen die Basis der Orbita hin, so findet man, dass sie sich in feinere Äste auflösen; folgt man ihnen nach hinten, so sieht man sie bald gesondert in die *V. ophthalm. sup.* einmünden: die laterale in den untersten Teil des „vertikalen Stückes“, die mediale bald danach in das „untere Knie“. Die beiden Venen entsprechen zusammen der *V. ophthalm. inf.* In dem *M. orbitalis* selbst sieht man kleinere Venenquerschnitte (v.).

Der Schnitt 25, welcher ca. 1,5 mm hinter Schnitt 24 liegt, hat die Orbita gerade am oberen Knie der V. ophthalm. sup. getroffen. Er ist in allem Wesentlichen dem vorhergehenden gleich. Bemerkenswerte Unterschiede sind, dass der M. orbitalis auf der medialen Seite sich höher hinauf erstreckt als auf dem ersten Schnitt, so dass die glatten Muskelbündel bis zur Z. S. hinauf reichen, und zweitens, dass das vom M. orbitalis zum M. rectus inf. verlaufende Muskelseptum fehlt.

Der Schnitt 26 liegt ca. 1,25 mm hinter Schnitt 25 und hat die Orbita so getroffen, dass das vertikale Stück der V. ophthalm. sup. [v. o. s. (vert. st.)] der Länge nach geschnitten worden ist. Man sieht das längsgeschnittene Gefäß von der oberen lateralen Ecke längs der lateralen Orbitalwand nach innen von der Periorbita, an den Nerven und Z. S. vorbei bis zu einem Punkt herablaufen, welcher in dem tendino-muskulösen Raum unter dem lateralen Teile der Sehne liegt. Die Erweiterung in dem untern Ende des Venenstückes entspricht dem untern Knie [v. o. s. (u. k.)]. Die laterale der beiden Vv. ophthalm. inf. ist — auf einem vorhergehenden Schnitt — in den untersten Teil des vertikalen Stückes gemündet, und die mediale untere Vene (v². o. i.) sieht man auf diesem Schnitt eben mit dem unteren Knie in Verbindung treten. Die Z. S., welche nicht mehr mit quergestreiften Muskelfasern vermischt ist, hängt auf der medialen Seite mit der Periorbita zusammen, erreicht aber nicht die Periorbita der lateralen Seite, sondern verschmälert sich lateralwärts und endet mit freiem Rande. erinnert man sich daran, dass die hintere Kante der Sehne nicht frontal, sondern schräg von einem lateral-vorderen, auf dem grossen Keilbeinflügel gelegenen Punkt zu einem medial-hinteren Punkt auf dem Keilbeinkörper geht, so sind die Bilder der Sehne in den verschiedenen Schnitten leicht zu verstehen. Während man die Sehne in den vorderen Schnitten sich wie eine Brücke von der Periorbita der lateralen Seite (des grossen Keilbeinflügels) zur

Periorbita der medialen Seite (des Keilbeinkörpers) erstrecken sieht, ragt sie, zufolge des schrägen Verlaufes ihrer hinteren Kante, in den hinteren Schnitten von der medialen Orbitalwand wie ein Fortsatz heraus, der nicht zur lateralen Wand hinüber reicht, und der niedriger wird, je weiter der Schnitt nach hinten zu liegt. — Der *M. orbitalis* läuft wie auf den vorderen Schnitten unter der *Z. S.* von Seite zu Seite in einem Bogen, der auf der lateralen Seite nicht so hoch hinaufragt wie auf der medialen, wo er sich zur Zinnschen Sehne hin erstreckt. Der tendino-muskulöse Raum, in dem der Querschnitt der *V. ophthalm. inf.* liegt, und in dem das untere Knie der *V. ophthalm. sup.* von der oberen lateralen Seite her gleichsam hineingeschoben ist, wird zum grössten Teil von Fett und lockerem Bindegewebe ausgefüllt, das sich zwischen die Gefässe und den *M. orbitalis* drängt, so dass die Gefässe nur einen kleineren Teil des Raumes einnehmen. Einige unbedeutende schräggeschnittene glatte Muskelbündel sind zwischen den Gefässen und der *Z. S.* zu sehen. Dagegen findet sich keine Muskulatur um das vertikale Venenstück herum, was besonders hervorgehoben sei.

Schnitt 27, ca. 1 mm hinter Schnitt 26 und dicht hinter dem vertikalen Venenstück liegend, zeigt das „Endstück“ der *V. ophthalm. sup.* quergeschnitten. Unter der Vene liegt der *M. orbitalis* mit längs- und quergeschnittenen Fasern; der Muskel ist reduziert und geht nicht mehr im Bogen, sondern ziemlich eben. Auf der oberen Seite der Vene ist eine Sammlung quergeschnittener — also in der Längsrichtung des Gefässes verlaufender — kleinerer Muskelbündel zu sehen. Da der Schnitt hinter die *Z. S.* gefallen ist, so fehlt diese. Oberhalb der Vene liegt ein Fettlobus und höher hinauf das Nervenpaket.

Der letzte Schnitt (Fig. 28), ca. 0,5 mm hinter dem vorhergehenden, hat die venöse Blutbahn am Übergange zum Sinus

cavernosus getroffen. Man sieht noch eine Anzahl Muskelbündel, hauptsächlich auf der unteren Seite des Blutraumes; die meisten sind quergeschnitten. — Solche quergeschnittene Muskelbündel finden sich in abnehmender Menge noch etwa 1 mm weiter nach hinten in der Sinuswand eingesprengt.

Ist es nun denkbar, dass der *M. orbitalis* in dem beschriebenen Falle imstande gewesen ist, bei seiner Kontraktion die *Vv. ophthalm. sup. et inf.* zu komprimieren? Ich glaube dies nicht.

Was die *V. ophthalm. sup.* anbelangt, so ist die Möglichkeit einer Zusammenschnürung vor oder bei dem oberen Knie (Schnitt 24 und 25) natürlich ohne weiteres ausgeschlossen, ebenso bei dem vertikalen Stück, da glatte Muskulatur in der Umgebung des Gefäßes hier fehlt. Fast dasselbe lässt sich vom Endstück (Schnitt 27) sagen, da die relativ unbedeutenden Muskelbündel an dessen oberer Seite in der Längsrichtung der Vene gehen und die glatte Muskelschicht an der unteren Seite so gut wie in gerader Linie von Seite zu Seite läuft. Wenn aber auch diese untere Muskelschicht in einem mit der Konvexität nach unten sehenden Bogen ginge, würde doch eine Kompression durch die Einwirkung der Muskulatur kaum zustande kommen können. Denn da die Vene nach oben nicht gegen eine feste und unnachgiebige Stütze anliegt, sondern zunächst gegen eine kompressible und umformbare Fett- und Bindegewebsschicht und weiterhin gegen das Nervenpaket, so hätte nichts die obere Venenwand gehindert, auszuweichen und dadurch die geringe Einbuchtung zu kompensieren, die der unteren Venenwand durch Übergang des Muskelbogens zur Sehne hier hätte aufgezwungen werden können.

Also bleibt, wenn eine Zusammenschnürung der *V. ophthalm. sup.* durch den *M. orbitalis* möglich wäre, das untere Knie als der kritische Punkt übrig.

Da die Muskulatur das untere Knie nicht vollständig, sondern nur an seiner medialen und unteren Seite umschliesst (Fig. 26), würde die Kompression nur dadurch zustande kommen können, dass der Muskelbogen in von Fründ angegebener Weise das Gefäss gegen die Z. S. presste. Bei der Anordnung, welche die betreffenden Teile in Fründs Fig. 1, Taf. XXIV haben, ist eine solche Kompression wohl denkbar; die beiden Venen (Vv. ophthalm. sup. et inf.) füllen dort den ganzen Raum zwischen dem M. orbitalis und dem gemeinsamen Augenmuskelursprung aus. Ein derartiges Verhalten ist indes in diesem Falle nicht wiederzufinden. Die V. ophthalm. sup. nimmt hier — mit ihrem unteren Knie — nur einen kleineren Teil des erwähnten Raumes ein und ist zunächst von einer Schicht fetthaltigen, lockeren Bindegewebes umgeben. Schon daher kann meinem Dafürhalten nach die geringe Verkleinerung dieses Raumes, die durch den Übergang des Muskels vom Bogen zur geraden Linie verursacht worden ist, nur höchst unbedeutend, wenn überhaupt, auf das untere Knie Einfluss ausgeübt haben. Und bedenkt man weiter, dass dieses untere Knie — dadurch dass es nicht gerade unter der Z. S. liegt, sondern nur etwas unter die nach hinten und lateralwärts sehende Kante der Sehne hineinragt — Gelegenheit gehabt hat, dem Drucke in der Richtung nach oben und aussen auszuweichen, so erscheint es mir offenbar, dass die V. ophthalm. sup. auch bei dem unteren Knie nicht durch den Einfluss der glatten Muskulatur in diesem Falle irgendwelche Kompression hat erfahren können.

Aus ähnlichen Gründen hat meiner Überzeugung nach auch das Lumen der beiden Venen, die der V. ophthalm. inf. entsprechen, nicht vom M. orbitalis beeinflusst werden können. Die laterale Vene liegt in so grosser Entfernung von dem glatten Muskel, dass die Wirkung der Kontraktion des Muskels nicht gut bis zur Vene gereicht haben kann (Fig. 24 u. 25).

Und die mediale ist in dem tendino-muskulösen Raum so in eine kompressible Fett- und Bindegewebsschicht eingebettet und ihr Querschnitt im Verhältnis zur Weite des Raumes so unbedeutend, dass die unansehnliche Verkleinerung des mehrfach erwähnten Raumes, die sich als Folge der Verkürzung des Muskels denken liesse, nicht gut eine Verengung des Venenlumens im Gefolge gehabt haben kann.

Ich gehe nun zur nächsten Orbita über, Figuren 29—32 Taf. 15/16 u. 17/18. Es sind Frontalschnitte durch die Spitze der linken Orbita eines 55-jährigen Mannes, und wie im vorhergehenden Fall folgen die Schnitte mit kurzen Zwischenräumen in der Nummerordnung von vorn nach hinten aufeinander.

Die Beziehung zwischen den Venenstämmen und der glatten Muskulatur ist in ihren allgemeinen Zügen dieselbe wie in der eben beschriebenen Orbita; nur kleinere Abweichungen sind zu verzeichnen.

Der vorderste Schnitt (Fig. 29) liegt ca. 2 mm vor dem oberen Knie. Der Querschnitt der oberen Augenhöhlenvene (v. o. s.) ist ausserhalb des Muskelkegels im oberen lateralen Winkel der Orbita an dem Interstitium zwischen den Mm. recti sup. und lat. zu sehen. Mehrere quergeschnittene Venen (v. o. i.), welche die Wurzeln der V. ophthalm. inf. bilden, sind in dem Fettgewebe eingebettet, welches den relativ grossen Raum zwischen dem gemeinsamen Augenmuskelursprung, der Periorbita und dem M. orbitalis (m. o.) ausfüllt. Der glatte Muskel ragt unter abnehmender Mächtigkeit mehrere Millimeter in das Periost der medialen Orbitalwand hinauf.

Der nächste Schnitt (Fig. 30) ist ca. 4 mm weiter nach hinten gefallen und hat die V. ophthalm. sup. unmittelbar hinter dem oberen Knie in dem vertikalen Stück [v. o. s. (vert. st.)] und in dem unteren Knie [v. o. s. (u. k.)] getroffen; da das vertikale Stück nicht ganz vertikal, sondern mit einer Ab-

weichung nach hinten gegangen ist, ist nur dessen unterer Teil im Schnitte mitgekommen. Die Z. S. reicht nicht bis zur Periostbekleidung des grossen Keilbeinflügels hinüber, sondern endet aus vorerwähntem Grunde schon in einiger Entfernung davon. Das vertikale Venenstück geht längs der Periorbita der lateralen Wand, an dem freien Rande der Sehne vorbei, hinab. Das erweiterte untere Ende des Venenstückes — das untere Knie — schiebt sich unter die Z. S. hinein. Dieses untere Knie und ebenso eine andere kleinere quergeschnittene Vene (v. o. i.), die medialwärts davon liegt und einen Teil der V. ophthalm. inf. repräsentiert — andere, demselben Gefässgebiete angehörende Venen haben sich früher in die obere Augenhöhlenvene ergossen — nehmen, umgeben von lockerem Bindegewebe, den dreieckigen tendino-muskulösen Raum ein. Zwischen den beiden Venen steigt vom M. orbitalis ein schwaches Muskelseptum (s.) bis halbwegs zur Z. S. hinauf. Ferner zweigt sich von der glatten Muskelplatte eine Muskelschleife ab, die an der medialen und oberen Seite der kleineren Vene (v. o. i.) verläuft und zusammen mit dem mittleren Teile des Orbitalmuskels und dem eben erwähnten Septum einen fast vollständigen Ring um die Vene bildet. Einige schräg- und quergeschnittene Muskelbündel sind auch in das Bindegewebe oberhalb des unteren Knies eingesprengt (m.); in der Periorbita an der lateralen Wand liegt unter dem Knie ein langgeschnittenes Bündel.

In dem dritten Schnitt (Fig. 31), der kaum 1 mm hinter dem zweiten liegt, und in dem noch das vertikale Venenstück am weitesten unten getroffen worden ist, sind alle zur V. ophthalm. inf. gehörenden Venen in die obere Augenhöhlenvene eingemündet. Der M. orbitalis hat ungefähr das gleiche Aussehen wie in dem vorhergehenden Schnitt. Von demselben geht medianwärts von der V. ophthalm. sup. [v. o. s. (u. k.)] dieselbe Muskelschleife ab, die dort medianwärts von der

zu dem Gebiete der V. ophthalm. inf. gehörenden Vene zu sehen war. Da ausserdem einige — jedoch hauptsächlich quergeschnittene — glatte Bündel teils oberhalb der Vene, teils in der lateralen Periorbita unter der Vene liegen, umgibt die glatte Muskulatur hier das untere Knie hufeisenförmig; an der oberen-lateralen Seite der Vene fehlt die Muskulatur vollständig. Die Z. S. ist ihrem Ende nahe und ragt nicht über die Vene hinaus, sondern letztere ist nur durch eine dünne nachgiebige Bindegewebs- und Fettschicht von den Nerven getrennt.

Der letzte Schnitt (Fig. 32), noch 1 mm weiter rückwärts gelegen, zeigt den Querschnitt des Endstückes der oberen Augenhöhlenvene unmittelbar vor der Mündung in den Sinus cavernosus. Er unterscheidet sich von dem vorhergehenden Schnitte eigentlich nur dadurch, dass die glatte Muskulatur schwächer ist.

Was nun die Wirkung der glatten Muskulatur auf die Venen betrifft, so scheint es mir, dass die Muskulatur auch in dieser Orbita bei ihrer Kontraktion weder die V. ophthalm. sup. noch die lateralen der zu dem Gefässgebiete der unteren Augenhöhlenvene gehörenden Venen hat zuschnüren können, dass man vielleicht aber die Möglichkeit einer Kompression der diesem Gebiete angehörenden medialen Vene zugeben muss (Schnitt 30, v. o. i.). Es ist nämlich vielleicht nicht auszuschliessen, dass die letzterwähnte Vene dicht vor ihrer Mündung in die V. ophthalm. sup. durch Zusammenziehung des unvollständigen Muskelringes, der in Fig. 30 mit cirkulär angeordneten Fasern fast rings um das Gefäss in einiger Entfernung davon herumgeht, bis zu einem gewissen Grade hat stranguliert werden können.

Andererseits dürfte ein Blick auf Fig. 29 hinreichend sein, um uns zu überzeugen, dass die lateralen Venen des erwähnten Venengebietes, welche sich früher als der mediale

Stamm in die V. ophthalm. sup. ergiessen, nicht Gegenstand einer komprimierenden Einwirkung seitens des Orbitalmuskels haben werden können.

Hätte die V. ophthalm. sup. an einer Stelle ihres Verlaufes einer Konstriktion ausgesetzt werden können, so würde dies an dem unteren Knie und dem dahinter liegenden Endstück gewesen sein. Dass eine Verengung der Vene hier jedoch nicht durch Zusammenpressen gegen die Z. S. hat zustandegebracht werden können, wie Fründ den Sachverhalt dargestellt hat, ist wohl klar. Bei Kontraktion der glatten Muskelplatte, welche die mediale untere Wand des Raumes unter der Z. S., wo das Venenknie liegt, bildet, hat ja die Vene die Möglichkeit gehabt, wenn nötig, nach aussen und oben an der freien Kante der Sehne vorbei auszuweichen, weshalb die Wirkung der Muskelkontraktion, wenn sie die Vene überhaupt erreicht hat, nicht in einer Kompression des Venensegmentes, sondern in einer Verschiebung desselben hätte bestehen müssen.

Näher liegt es da zu denken, dass die Muskulatur, welche hier hufeisenförmig um die Vene liegt, eine Sphinkterwirkung auf dieselbe hat ausüben können. Ich halte indessen auch diese Möglichkeit für unwahrscheinlich. Denn wenn auch Muskelbündel die Vene auf drei Seiten umgeben, haben sie doch nicht überall den zirkulären Verlauf, den eine solche Wirkung voraussetzen würde. Den erforderlichen Verlauf — konzentrisch mit dem Umkreis der Vene — haben die Muskelfaserzellen nur im mittleren Teile des „Hufeisens“ an der medialen und medialen-unteren Seite der Vene, während die glatten Faserzellen des oberen und unteren Schenkels des „Hufeisens“, d. h. oberhalb der Vene und in der Periorbita an deren unteren lateralen Seite, zum grössten Teil in anderen Richtungen verlaufen. Überdies ist die Muskulatur dort sehr schwach. Das Venensegment ist also nur im halben Umkreis

— an der medialen und unteren Seite — von einer Muskelschicht umgeben, welche aus für die Konstriktion der Vene zweckmässig verlaufenden Fasern aufgebaut ist. Da aber die obere Venenwand bei der Kontraktion dieser bogenförmigen Muskelplatte Gelegenheit gehabt hat auszuweichen, dürfte der Effekt der Kontraktion kaum eine Verkleinerung des Lumens des Venensegmentes geworden sein.

Von den fünf übrigen von mir untersuchten Orbiten haben vier eine solche anatomische Anordnung an der hinteren Spitze, dass eine davon angestellte Analyse, die nicht bloss konstatiert, dass glatte Muskulatur in der Umgebung der Venenstämme vorhanden ist, sondern auch die Lage und den Verlauf der Muskelbündel, ihre Anzahl und Stärke berücksichtigt, ein ähnliches Resultat ergibt wie in den beiden oben besprochenen Fällen. In diesen vier Orbiten ist die V. ophthalm. sup. dem Anscheine nach jeglicher konstringierenden Einwirkung seitens der glatten Muskulatur entzogen gewesen; in drei oder wenigstens zwei von ihnen scheint dies auch bei der V. ophthalm. inf. der Fall gewesen zu sein, während in einer oder möglicherweise in zwei Orbiten jede derartige Einwirkung auf die Hauptzweige der letzterwähnten Vene nicht mit derselben Sicherheit ganz ausgeschlossen werden kann.

In der fünften und letzten Orbita dagegen tritt der M. orbitalis zu den Venen in eine Beziehung, deren Einzelheiten von denen in den anderen Fällen recht bedeutend abweichen, und die es mehr wahrscheinlich macht, dass der Muskel dort bei seiner Kontraktion etwas komprimierend auf die Venenstämme hat wirken können. Ich verweise auf die Figuren 33—36, Taf. 17/18 u. 19, welche wie die vorhergehenden nach von vorn nach hinten folgenden Frontalschnitten durch die Orbitalspitze gezeichnet sind.

Der erste Schnitt (Fig. 33) hat die V. ophthalm. sup. durch das obere Knie getroffen, welches lateral vom Muskel-

kegel an der Fissura orbit. sup. liegt [v. o. s. (o. k.)]. Der M. orbitalis geht mit in verschiedenen Richtungen, doch überwiegend transversal verlaufenden Faserzellen von der Nachbarschaft des Ursprunges des M. rectus med. am Periost des Keilbeinkörpers im Bogen nach unten lateralwärts zum Periost des grossen Keilbeinflügels (m. o.). Von der oberen Fläche der glatten Muskelplatte geht im lateralen Teile zur unteren Fläche des M. rectus inf. ein Bindegewebsseptum, welches eine Anzahl meist vertikal verlaufender Muskelbündel enthält (s.); dieses Septum hat in sagittaler Richtung eine Ausdehnung von ca. 3 mm, enthält aber Muskelbündel in grösserer Anzahl nur im mittleren Teile. In dem hauptsächlich von Fett ausgefüllten tendino-muskulösen Raume liegen vier querschnittene Venen, welche Anfangsäste der V. ophthalm. inf. bilden (v. o. i.).

Der zweite Schnitt (Fig. 34), welcher etwa 2 mm hinter dem ersten liegt, zeigt das vertikale Stück der V. ophthalm. sup. längsgeschnitten in seinem mittleren Teil [v. o. s. (vert. st.)]. Einige zerstreute, schwache Muskelbündel — ein paar querschnittene, die anderen längsgeschnitten und dem Venenstück parallel gehend — sind auf der medialen Seite des Gefässes zu sehen. Der M. orbitalis (m. o.) erstreckt sich bogenförmig von der medialen zur lateralen Orbitalwand. Die Muskelfaserzellen haben in grosser Anzahl transversalen Verlauf; doch verläuft ein nicht geringer Teil in anderen Richtungen, besonders in der lateralen Partie der Muskelplatte. In dem halbmondförmigen tendino-muskulösen Raume geht nach hinten zu ihrer unmittelbar erfolgenden Mündung in das untere Knie der V. ophthalm. sup. die in dieser Orbita kurze, aber äusserst weite V. ophthalm. inf. (v. o. i.), deren Hauptstamm durch Zusammenfluss eines medialen und eines lateralen Hauptzweiges auf dem vorliegenden Schnitte eben entsteht. Die Vene, die nur durch eine unbedeutende Fett-

und Bindegewebsschicht von der Z. S. getrennt ist, und die in nahezu ihrem ganzen unteren Umfange direkt auf dem M. orbitalis ruht, füllt in dem Frontalschnitte den grössten Teil des in der Mitte nur ca. 1 mm hohen tendino-muskulösen Raumes aus.

Der dritte Schnitt (Fig. 35) befindet sich nur etwa $\frac{2}{3}$ mm hinter dem zweiten. Er unterscheidet sich von dem letzteren wesentlich darin, dass das vertikale Venenstück bis zu dem halbmondförmigen tendino-muskulösen Raum hinabgeht und sich dort mit der V. ophthalm. inf. vereinigt. Das grosse Venenlumen [v. o. s. (u. k.)], das in dem tendino-muskulösen Raume liegt, entspricht dem vordersten Teil des unteren Knies der oberen Augenhöhlenvene gerade an der Mündung der V. ophthalm. inf. Das Knie füllt diesen Raum fast vollständig aus und ruht unmittelbar auf dem M. orbitalis. Die glatten Fasern des M. orbitalis zeigen ungefähr denselben Verlauf wie auf dem vorhergehenden Schnitt, d. h. sie gehen überwiegend transversal, jedoch auch in anderen Richtungen. Auf der medialen Seite des vertikalen Venenstückes sind auch hier einige der Vene parallel laufende schwache Muskelbündel in das Bindegewebe eingesprengt. Und am weitesten nach unten beim Übergange in das untere Knie ist das vertikale Venenstück auf beiden Seiten von einigen quergeschnittenen Muskelbündelchen umgeben; verfolgt man diese letzteren in angrenzenden Schnitten der Serie, so findet man, dass sie in wechselnder Anzahl und Stärke die Vene in einem grossen Teil des Umkreises umgeben, ohne jedoch einen vollständigen Ring zu bilden.

Im letzten Schnitt (Fig. 36), welcher etwa 2 mm hinter den 35. gefallen ist, ist der Querschnitt von dem Endstück der oberen Augenhöhlenvene zu sehen, die unmittelbar hinter dem unteren Knie getroffen worden sind [v. o. s. (e. st.)]; etwa 1,5 mm weiter nach hinten erweitert sich die Vene zu

dem Sinus cavernosus. Die Vene ruht auf dem schwach bogenförmigen M. orbitalis (m. o.). Sie ist in der medialen Hälfte ihres Umfanges unter die Z. S. geschoben, von welcher an der medialen Wand noch eine Partie mit einer Gruppe quergeschnittener quergestreifter, zum M. rectus inf. gehörender Muskelfasern vorhanden ist, während die laterale Hälfte des Venenumfanges lateralwärts von der Sehne, bedeckt von Fett und dem Nervenpaket liegt. Die Faserzellen des M. orbitalis verlaufen ohne bestimmte Hauptrichtung nach allen Seiten. Auch an der oberen Seite der Vene liegen einige zerstreute Muskelbündelchen, die quergeschnitten sind und also in der Längsrichtung der Vene gehen.

Glatte Muskulatur wird weiter nach hinten in abnehmender Menge auf einer Strecke von noch etwa, 3 mm angetroffen, und die Muskelbündel, welche allmählich überwiegend einen sagittalen Lauf erhalten, liegen zuletzt in der unteren medialen Wand des Sinus cavernosus.

Ich halte es nun für nicht unwahrscheinlich, dass der M. orbitalis in einem derartigen Falle bei seiner Kontraktion den Hauptstamm der V. ophthalm. inf. unmittelbar vor der Mündung in die V. ophthalm. sup. gegen die Z. S. mehr oder weniger zusammenpressen kann. Die Vene füllt den grösseren Teil des Raumes zwischen der Z. S. und der nach unten gewölbten Muskelplatte aus (Fig. 34), und wenn auch nicht alle Muskelfasern frontalen Verlauf haben, dürften doch für die Kompression zweckmässig verlaufende Muskelfasern in genügender Menge vorhanden sein.

Schwerer ist es zu entscheiden, ob der Muskel die V. ophthalm. sup. hat komprimieren können. So viel ist gewiss, dass, sollte an irgend einer Stelle derselben eine Verengung durch Einwirkung des Muskels möglich gewesen sein, dies nur in der Gegend des unteren Knies gewesen sein kann.

Das vertikale Venenstück kann im oberen und mittleren Teile seines Verlaufes keine Einwirkung der glatten Muskulatur erfahren haben, denn die Muskelbündelchen, die dort in der Umgebung der Vene sich befinden, sind teils allzu spärlich, teils geht die Mehrzahl derselben nicht zirkulär um die Vene herum, sondern dieser parallel. Und das Endstück der Vene hinter dem unteren Knie kann gleichfalls nicht stranguliert worden sein, weder durch Kompression gegen die Z. S., da die Vene hier mit ihrem lateralen Umfang in nach hinten zunehmendem Grade seitlich von der Sehne liegt, bedeckt von nachgiebigen Geweben, noch durch Sphinkterwirkung der umgebenden Muskelschicht, da die spärlichen Muskelbündelchen, welche auf der oberen Seite der Vene liegen, in der Längsrichtung dieser letzteren verlaufen, weshalb die Vene nur im halben — nämlich unteren — Umfange von Muskelfasern mit für die erwähnte Wirkung nötigem Verlaufe umgeben ist.

Was dagegen schliesslich das untere Knie betrifft, so ist dieses so gut wie vollständig unter die Z. S. geschoben und füllt auf Frontalschnitten den niedrigen Raum zwischen dieser Sehne und dem M. orbitalis fast vollständig aus (Fig. 35). Zwar verläuft ein grosser Teil der Muskelfasern in anderen Richtungen als der frontalen; da aber dennoch anzunehmen sein dürfte, dass die nach unten ausgebogene Muskelplatte bei ihrer Kontraktion eine von Seite zu Seite mehr ebene Form erhalten hat, kann vielleicht nicht ganz ausgeschlossen werden, dass das untere Venenknie dabei gegen die Z. S. etwas hat zusammengedrückt werden können. Zugleich können möglicherweise die Muskelbündel, welche in einem unvollständigen Ringe das vertikale Stück ganz unten am unteren Knie umschliessen (Fig. 35, m.), wie ein Sphinkter auf die Vene gewirkt haben. Daher kann man meiner Ansicht nach nicht auf Grund der anatomischen Anordnung die Behauptung ganz zurückweisen, dass in diesem Falle die V. ophthalm. sup. in der

Gegend des unteren Knies durch eine kräftige Kontraktion des M. orbitalis hat komprimiert werden können.

Die Untersuchung der Beziehung zwischen dem M. orbitalis und den venösen Hauptstämmen an der hinteren Spitze der Orbita hat also das Resultat ergeben,

dass der M. orbitalis bei seiner Kontraktion in der Regel weder die V. ophthalm. sup. noch die V. ophthalm. inf. verengen kann;

dass jedoch in gewissen Fällen die Möglichkeit einer mehr oder weniger weitgehenden Kompression der V. ophthalm. inf. — des Hauptstammes oder eines seiner Hauptzweige — als wahrscheinlich anzusehen ist, und

dass ausnahmsweise eine konstringierende Einwirkung auf die V. ophthalm. sup. vielleicht nicht völlig ausgeschlossen werden kann.

In mehreren anatomischen Handbüchern (Henle, Luschka, Sappey) liest man, dass die V. ophthalm. sup. mit einer Erweiterung, dem sog. Sinus ophthalmicus, in den Sinus cavernosus münden soll. Sesemann dagegen gibt an, dass die Vene bei der Mündung in den Sinus im Gegenteil verengt ist, ein Umstand, dem Sesemann grosse Bedeutung zuschreibt, indem er darin einen Beweis dafür sieht, dass die Hauptmasse des orbitalen Venenblutes sich nicht nach hinten in den Sinus cavernosus, sondern nach vorn in die Gesichtsvenen ergiesst. Sesemanns Angabe ist von Gurwitsch, Festal und Krauss bestätigt worden, während Merkel und Kallius die Verengung nicht haben konstatieren können, sondern im hintersten Teil der Vene stets „eine deutliche Erweiterung“ gefunden haben.

Fründ nimmt nach Sesemann u. a. an, dass die Vene an der besagten Stelle verengt ist. Und er spricht die Ver-

mutung aus, dass die Ursache ein postmortaler Kontraktionszustand des *M. orbitalis* sein könnte. Darin will Fründ nun eine Bestätigung der pathologischen Funktion sehen, die er dem Muskel zuschreibt. In demselben Sinne äussert sich auch Krauss.

Auch ich habe eine Verengung der *V. ophthalm. sup.* in ihrem hintersten Teile gefunden. Die Verengung beginnt am oberen Knie und dauert gewöhnlich bis zur Mündung der Vene in den Sinus fort. Sie umfasst also das vertikale Stück, das untere Knie und das Endstück. Gewöhnlich ist sie jedoch weniger markiert am unteren Knie und kann dort sogar einer mässigen Erweiterung Platz machen. Am stärksten ist die Verengung zwischen dem oberen und dem unteren Knie; doch sei hervorgehoben, dass sie nicht so hochgradig ist, wie Krauss' Röntgenbilder (1910) und hier beigefügte frontale Schnittfiguren (Figg. 26, 30, 34 u. 35) es angeben. Post mortem ist die Vene nämlich längs der *Fissura orbit. sup.* oft seitlich mehr oder weniger zusammengepresst, weshalb auf Frontalschnitten durch die Orbitalspitze das Lumen der Vene nicht in seiner richtigen Weite zu sehen ist.

Die in Rede stehende Verengung der *V. ophthalm. sup.* ist nun indessen mit aller Sicherheit keine postmortale Funktion des *M. orbitalis*. Um das vertikale Venenstück herum, welches den schmälsten Teil der verengten Venenpartie bildet, fehlt die glatte Muskulatur entweder vollständig oder kommt nur äusserst spärlich vor. Die einzige Stelle, wo der *M. orbitalis* ausnahmsweise imstande sein könnte, eine Verengung hervorzurufen, ist die Gegend des unteren Knies. Wie aber soeben bemerkt, erreicht die Verengung dort durchaus nicht ihren höchsten Grad, was sie doch wohl tun sollte, wenn eine Kontraktion des glatten Muskels die Ursache wäre; vielmehr ist die Vene gerade an der erwähnten Stelle weniger eng und zeigt dort bisweilen sogar eine geringe Er-

weiterung. Die physiologisch zu beobachtende Verengung der V. ophthalm. sup. in der hinteren Spitze der Orbita kann also nicht als Beweis dafür dienen, dass der M. orbitalis imstande ist, diese Vene zu komprimieren.

Fründ und Krauss aber halten es nicht nur für allen Zweifels enthoben, dass die orbitalen Venenstämme durch Kontraktion des Orbitalmuskels komprimiert werden, sondern sie sind auch überzeugt davon, dass diese Kompression eine venöse Blutstauung in der Orbita zur Folge haben muss. Während Krauss hierin die Erklärung, für viele der akut und chronisch verlaufenden Volumschwankungen der Orbita zu finden glaubt, hat Fründ sich mit der Behauptung begnügt, dass die wesentliche Ursache für die Protrusion des Bulbus beim Morbus Basedowii darin läge.

Ist dies wahrscheinlich? Ist es wahrscheinlich, dass eine Kontraktur des M. orbitalis Veranlassung zu einer Blutstauung in den Venen der Orbita geben kann, und zwar einer so hochgradigen und bei einem so hohen Prozentsatz der Fälle, wie es nötig wäre, um dahin die wichtigste Ursache für denjenigen Exophthalmus verlegen zu dürfen, welche die Basedow'sche Krankheit charakterisiert?

Nach meinem Dafürhalten ist diese Frage mit Nein zu beantworten.

Das Resultat meiner anatomischen Untersuchung über die gegenseitige Beziehung des Muskels und der Venen zeigt, dass in der Regel schon die anatomischen Voraussetzungen einer auf gegebene Weise entstandenen Konstriktion der Vv. ophthalm. sup. et inf. fehlen. Nun hat zwar Fründ hervorgehoben, dass ausser den zwei venösen Hauptstämmen auch die Venen, welche von der Orbita durch die glatte Muskelschicht in der Fissura orbit. inf. zum Plexus pterygoideus gehen, durch die Muskelkontraktion komprimiert werden, und dass auch Venen

gegen die laterale Orbitalwand von Muskelschleifen, welche sich vom *M. orbitalis* abzweigen, gepresst werden können, wodurch zu einer Blutstauung beitragende ätiologische Momente entstehen. Diese Momente müssen jedoch von sehr untergeordneter Bedeutung sein. Denn in Übereinstimmung mit *Krauss* habe ich gefunden, dass es in den meisten Fällen nur kleine Venen sind, welche durch die *Fissura orbit. inf.* die Venen der Orbita mit dem *Plexus pterygoideus* verbinden. Und zwar kann man in vielen Orbiten hier oder da einen Venenzweig zwischen der Orbitalwand und vom *M. orbitalis* abgehende Muskelschleifen antreffen, niemals aber habe ich den Hauptstamm der *V. ophthalm. inf.* in dieser Weise überbrückt gesehen, sondern nur kleinere Venen, deren Konstriktion dank den reichlich ausgebildeten Anastomosen der Orbitalvenen kein Hindernis für den Abfluss des Blutes aus der Orbita bilden kann. Als Regel dürfte also gelten, dass der venöse Blutstrom in der Orbita von einem Krampf des *M. orbitalis* ziemlich unberührt bleibt. Um so weniger kann man dann denken, dass der Krampf dort eine Blutstauung bewirken sollte.

Aber auch in den Ausnahmefällen, wo die anatomischen Voraussetzungen für eine Kompression der beiden hinteren Venenstämme durch den *M. orbitalis* erfüllt zu sein scheinen und daher eine solche Kompression in höherem oder geringerem Grade möglicherweise vorkommen könnte, ist es doch nichts weniger als selbstverständlich, dass die Folge des Muskelkrampfes auch eine Blutüberfüllung in der Orbita mit dadurch bedingter Lageveränderung des *Bulbus* sein sollte.

Es findet sich ja kein Grund, weshalb nicht hier ebenso gut wie anderswo das entstandene Hindernis durch Ausbildung von Kollateralkreisläufen kompensiert werden sollte, besonders da die Verbindungen des orbitalen Venensystems mit den Gesichtsvenen leicht für diesen Zweck in Anspruch genommen

werden können. Schon normalerweise entleert sich ja wenigstens ein grosser Teil des Orbitalblutes durch diese Verbindungen (Krauss u. a.), deren zusammengelegter Querschnitt physiologisch so gross ist, dass Sesemann veranlasst wurde, in ihnen die wichtigsten Abflüsse des Orbitalblutes zu sehen.

Es dürfte als sicher anzunehmen sein, dass wenigstens ein durch mässige Strangulation der beiden hinteren Venenstämmen verminderter Abfluss nach dem Sinus cavernosus hin durch Ausbildung von Kollateralkreisläufen vollständig neutralisiert wird, und dass die Strangulation statt einer Blutüberfüllung in der Orbita wesentlich nur eine partielle Umkehrung des Blutstromes zur Folge hat. Hierdurch sollte es zu einer Dilatation der Gesichtsvenen in der Umgebung des Orbitaleinganges kommen, was Ferrari (1888) auch an Hunden nach im Sinus cavernosus künstlich hervorgerufener Thrombose konstatiert hat. Wenn nun beim Menschen diese Venen sich bei dem Basedowschen Exophthalmus nicht als ektatisch erweisen, so sehe ich darin am ehesten einen Beweis dafür, dass hierbei das Blut der Orbita den Abfluss nach hinten zum Sinus cavernosus ungestört hat. Denn Fründs Vermutung, dass das Septum orbitale, diese dünne und leicht nachgiebige Bindegewebshaut, durch welche die Venenzweige hindurchgehen müssen, um nach vorn die Orbita zu verlassen, „gleichsam wie ein Wehr“ gegen die Steigerung des nach vorn gerichteten Blutstroms wirken sollte, scheint mir jeglicher anatomischen Unterlage zu entbehren.

Aber auch nicht einmal, wenn die beiden venösen Hauptstämmen bis zu vollständiger Impermeabilität unmittelbar vor ihrer Mündung in den Sinus cavernosus eingeschnürt würden, wäre es gesagt, dass eine Protrusion des Bulbus sich notwendigerweise immer einstellen müsste. Es gibt klinische Beobachtungen, die im Gegenteil zeigen, dass man von einer solchen Konstriktion allein keinen Exophthalmus zu erwarten

hat, wenigstens keinen hochgradigen. Ich denke hier an das Verhalten des Bulbus bei Obliteration des Sinus cavernosus durch Aneurysma der Art. carotis interna oder durch einfache Thrombose, ein Zustand, der bezüglich der Einwirkung auf die Lage des Bulbus ja einer vollständigen Strangulation der Vv. ophthalm. sup. et inf. in ihrem hintersten Teil gleichzustellen ist. Über das Aneurysma verum der Carotis interna im Sinus cavernosus sagt Sattler (Graefe - Saemisch 1880, S. 887), dass „in keinem der bisher bekannten Fälle, in welchen ein Sektionsbefund existiert, Stauungserscheinungen, Exophthalmus . . . zugegen waren; und doch konnte man sich wiederholt überzeugen, dass die aneurysmatische Geschwulst den Sinus cavernosus vollständig einnahm und obstruierte.“ Und Uhtoff (1907), der beschriebene Fälle von einfacher Sinusthrombose durchgegangen hat, gibt an, dass es als sehr selten zu betrachten ist, dass Thrombose im Sinus cavernosus allein ohne Ausdehnung der Obliteration auf die Venen der Orbita hinreichend ist, um Exophthalmus zu erzeugen, und dass jedenfalls wohl kaum jemals stärkere Grade von Exophthalmus durch solche Veranlassung zustande kommen. In dieselbe Richtung weisen, wie auch Uhtoff bemerkt, ebenfalls Ferraris an Hunden angestellte experimentelle Untersuchungen über Sinusthrombose. Ferrari, der durch Injektion von Wachs und Öl eine künstliche Verstopfung unter anderem auch des Sinus cavernosus bewirkte, fand als Regel, dass Exophthalmus erst dann eintrat, wenn die Injektionsmasse auch in die orbitalen Venenwurzeln eindrang und dadurch den Abfluss des Blutes schon aus den Organen selbst verhinderte.

Auf Grund alles dessen, was im obigen angeführt worden ist, spreche ich meine Ansicht dahin aus, dass wenigstens in der grossen Mehrzahl der Fälle ein im M. orbitalis eintretender Krampf ausserstande ist, durch Konstriktion der Orbitalvenen

den Bulbus nach vorn zu verschieben. Und niemals dürfte es geschehen, dass einzig und allein dadurch ein hochgradiger Exophthalmus hervorgerufen wird. Unter solchen Umständen ist es meine Überzeugung, dass die wesentliche Ursache des Basedowschen Exophthalmus eine andere ist, als Krauss sie angedeutet und Fründ sie ausdrücklich angegeben hat.

Schlusswort.

Meine Untersuchung hat gezeigt, dass die neuen Theorien, die von Landström und von Fründ und Krauss bezüglich der Genese des Vortretens des Bulbus beim Morbus Basedowii aufgestellt worden sind, nicht aufrecht erhalten werden können.

Sie hat indessen das Problem des Basedowschen Exophthalmus nicht gelöst. Ich verzichte hier, über die Genese dieses Symptoms eine eigene positive Meinung auszusprechen, da auf Grund der bisher ausgeführten Untersuchungen allein ein solcher Ausspruch nur hypothetischen Charakter erhalten kann. Aber — wie Birch-Hirschfeld betreffs der Erklärung des traumatischen Enophthalmus bemerkt hat — „es handelt sich weniger darum, neue Theorien aufzustellen oder frühere zu bekämpfen, als um eine genaue Analyse jedes einzelnen Falles“. Das Problem ist nicht durch das Studium der normalen Anatomie der Orbita allein zu lösen. Vielmehr muss die Lösung durch rationell betriebene und in das Licht klinischer und eventuell auch

experimenteller Beobachtungen gestellte anatomische Untersuchungen von Orbiten verstorbener Basedow-Patienten sowohl mit als ohne Exophthalmus angestrebt werden. Vielleicht wird es sich dann zeigen, dass die Ursache keine einheitliche ist, sondern dass zunächst mehrere verschiedene Faktoren — die ihrerseits vielleicht doch letztthin auf eine gemeinsame Genese zurückgeführt werden können — bei dem Vortreten des Bulbus beim Basedow wirksam sind.

Als Ausgangspunkt für solche Untersuchungen bedarf es aber einer exakten Kenntnis auch von dem Bindegewebsapparat und der glatten Muskulatur der Orbita in normalem Zustande.

Figurenerklärung.

Tafel 1/2.

Fig. 1. Sagittaler Durchschnitt durch den vorderen Teil der rechten Orbita nach Präparation (etwas schematisiert). Etwa 2malige Vergr.

Fig. 2. Horizontaler Durchschnitt durch den vorderen Teil der linken Orbita nach Präparation (etwas schematisiert). Etwa 2malige Vergr.

Fig. 3. Sagittaler Mikrotomschnitt durch die Orbita. Etwa 2malige Vergr.

Fig. 4. Horizontaler Mikrotomschnitt durch den vorderen Teil der rechten Orbita. Etwa 2malige Vergr.

Tafel 3/4.

Fig. 5 a. Frontaler Mikrotomschnitt durch den mittleren Teil der rechten Orbita, von hinten gesehen. Etwa 2malige Vergr.

Fig. 5 b. Frontalschnitt durch die Orbita, „l'aponévrose commune des muscles de l'oeil“ nach Motais in schematischer Weise wiedergebend. a. c. m. = „l'aponévrose commune des muscles“. 2malige Vergr.

Fig. 6. Frontaler Mikrotomschnitt durch die rechte Orbita in der Gegend der hinteren Hälfte des Bulbus, von hinten gesehen. Etwa 2malige Vergr.

Fig. 7. Schnitt durch das obere Augenlid. Etwa 2malige Vergr.

Fig. 8. Ansicht der linken Orbita von unten nach Entfernung des Orbitalbodens und folgender Präparation. Etwa 2malige Vergr.

Fig. 9. Die Ansatzstellen der Levatoraponeurose und des Retinaculum oculi lat. et inf. an der lateralen Orbitalwand. Natürliche Grösse.

Tafel 5/6.

Fig. 10. Rekonstruktionsbild in etwa 4 maliger Vergrößerung von der glatten Muskulatur um den rechten Bulbus herum bei Erwachsenen. Das gestrichelte Feld gibt die glatte Muskulatur an. Die roten Striche bezeichnen die Muskulatur bulbärwärts von der Gland. lacr. inf. Die Linien 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 und 20 bezeichnen die Stellen, wo die Mikrotomschnitte Figg. 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 und 20 entnommen sind. Die die geraden Augenmuskeln bezeichnenden Linien geben die Lage des vorderen Endes des Muskelfleisches an.

Fig. 11. Gleiches Rekonstruktionsbild wie Fig. 10, aber von der linken Orbita eines ausgetragenen Fötus.

Tafel 7—10.

Figg. 12—19. Meridionale Mikrotomschnitte durch die Weichteile in der Umgebung des Bulbus, an den in Fig. 10 durch die Linien 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 und 19 angegebenen Stellen entnommen. Etwa 14malige Vergr.

Fig. 20. Frontaler Mikrotomschnitt durch den Bulbus und die anliegenden Weichteile im oberen lateralen Quadranten. Die Lage des Schnittes entspricht etwa der Linie 20 in Fig. 10. Etwa 14malige Vergr.

Fig. 21. Ein Teil des bulbären Blattes der Scheide des M. rectus med. nebst anliegender Partie dieses Muskels selbst bei stärkerer — etwa 180 mal. — Vergrößerung.

Fig. 22. Längsschnitt durch den Nerv opticus und das umliegende Fettgewebe. Etwa 16malige Vergr.

Tafel 11—14.

Fig. 23. Frontaler Mikrotomschnitt durch den mittleren Teil der Fissura orbitalis inf. Etwa 14malige Vergr.

Figg. 24—28. Frontale Mikrotomschnitte durch die hintere Spitze der linken Orbita eines 64jährigen Mannes, von vorn gesehen. Die Schnitte in Nummernfolge nacheinander mit Zwischenräumen von resp. etwa 1,5—1,25—1—0,5 mm. Etwa 14malige Vergr.

Tafel 15—19.

Figg. 29—32. Frontale Mikrotomschnitte durch die hintere Spitze der linken Orbita eines 55jährigen Mannes, von vorn gesehen. Die Schnitte in Nummernfolge nacheinander mit Zwischenräumen von resp. etwa 4—1—1 mm. Etwa 14malige Vergr.

Figg. 33—36. Frontale Mikrotomschnitte durch die hintere Spitze der linken Orbita eines 32jährigen Mannes, von vorn gesehen. Die Schnitte in Nummernfolge nacheinander mit Zwischenräumen von resp. etwa $2\frac{2}{3}$ —2 mm. Etwa 14malige Vergr.

In allen Figuren bedeuten die Buchstaben wie folgt:

- a. cil. = Art. ciliaris.
- a. o. = Art. ophthalmica.
- ar. sch. = Die arachnoid. Scheide des Nerv. opticus.
- abd. = Nerv. abducens.
- apon. = Die Aponeurose des M. levator p. s.
- b. = Balken von kollagenen und elastischen Fasern.
- bs. = Bindegewebsseptum.

- c. = Cornea.
 C. T. = Capsula Tenoni.
 car. = Caruncula lacrimalis.
 chor. = Chorioidea.
 conj. oc. = Conjunctiva oculi s. bulbi.
 conj. p. = Conjunctiva palpebralis.
 d. m. = Dura mater.
 d. sch. = Die Duralscheide des Nerv. opticus.
 e. l. = Elastische Fasern.
 f. = Fettzellen.
 f. o. i. = Fissura orbitalis inf.
 f. o. s. = Fissura orbitalis sup.
 forn. = Fornix conjunctivae.
 fpt. = Fettgewebe in der Fossa pterygo-palatina.
 gl. l. = Glandula lacrimalis.
 gl. l. i. = Glandula lacrimalis inf.
 l. = Lippe des Kapselschlitzes.
 lev. ap. = Ansatzstelle der Levatoraponeurose.
 lev. p. s. = M. levator palp. sup.
 lig. p. m. = Ligamentum palp. med.
 m. = Glatte Muskulatur.
 m. H. = M. Horneri.
 m. o. = M. orbitalis (in der Fissura orbitalis inf.)
 n. = Nerv.
 n. c. = Nerv. naso-ciliaris.
 n. o. = Nerv. opticus.
 oc. = Nerv. oculomotorius.
 obl. i. = M. obliquus inf.
 obl. s. = M. obliquus sup.
 opht. = Nerv. ophtalmicus.
 p. = Periorbita.
 p. i. = Pars inf. des M. capsulo-palpebralis.
 p. m. = Pars med. „ „ „ „
 p. s. = Pars sup. „ „ „ „
 p. l. w. = Periorbita der lateralen Orbitalwand.
 p. m. w. = Periorbita der medialen Orbitalwand.
 p. palp. = Pars palpebralis der Tenonschen Kapsel.
 p. subc. = Pars subconjunctivalis der Tenonschen Kapsel.
 r. l. = M. rectus lateralis.
 r. m. = „ „ medialis.
 r. i. = „ „ inferior.
 r. s. = „ „ superior.
 r. o. i. = Retinaculum oculi inferius.
 r. o. l. = „ „ laterale.
 r. oc. i. = Ansatzstelle des Retinaculum oc. inf.
 r. oc. l. = Ansatzstelle des Retinaculum oc. lat.

- rez. i. = Rezessus der Gland. lacrimalis inf.
 rez. s. = Rezessus der Gland. lacrimalis sup.
 s. = Muskelseptum.
 s. l. = Saccus lacrimalis.
 s. r. l. = Die Sehne des M. rectus lat.
 s. r. m. = „ „ „ „ „ med.
 s. r. i. = „ „ „ „ „ inf.
 s. r. s. = „ „ „ „ „ sup.
 s. z. fr. = Sutura zygomatico-frontalis.
 sch. l. = Scheide des M. levator p. s.
 sch. obl. i. = „ „ „ obliquus inf.
 sch. r. l. = „ „ „ rectus lat.
 sch. r. m. = „ „ „ „ med.
 sch. r. i. = „ „ „ „ inf.
 sch. r. s. = „ „ „ „ sup.
 scl. = Sclera.
 sept. = Septum orbitale.
 str. = Maschenwerk von Bindegewebe.
 subv. r. = Der subvaginale Raum (Schwalbe).
 t. i. = Tarsus inf.
 t. s. = „ sup.
 tr. = Nerv. trochlearis.
 v. = Ven.
 v. o. i. }
 v.¹ o. i. } = Vena ophtalmica inf.
 v.² o. i. }
 v. o. s. = Vena ophtalmica sup.
 v. o. s. (e. st.) = „Endstück“ der Vena ophtalmica sup.
 v. o. s. (o. k.) = „Oberes Knie“ der Vena ophtalmica sup.
 v. o. s. (u. k.) = „Unteres Knie“ „ „ „ „ „
 v. o. s. (vert. st.) = „Verticales Stück“ der Vena ophtalmica sup.
 Z. = Zinnsche Sehne.

Literaturverzeichnis.

1755. 1. Zinn, J. G., Descriptio anatomica oculi humani. Göttingen 1755.
1770. 2. Portal, M., Observations sur divers points d'anatomie. Sur les muscles des yeux. Histoire de l'académie royale des sciences. 1770.
1775. 3. Walter, J. G., Observationes anatomicae. Caput IV. De venis capitis et colli. Berolini 1775.
1780. 4. Zinn, Gottfried, Observationes anatomicae de tunicis et musculis oculorum. Commentarii societatis regiae scientiarum Gottingensis. Tomus 3. 1780.
1801. 5. Soemmering, Abbildungen des menschlichen Auges. 1801.
1816. 6. Tenon, Mémoires et observations sur l'anatomie, la pathologie et la chirurgie. Observations anatomiques sur quelques parties de l'œil et des paupières. Lues à l'institut le 29 fructidor an 13.
1820. 7. Girard, Traité d'anatomie vétérinaire. Paris 1820. (Cit. nach Lang-Heinrich.)
1834. 8. Gurlt, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Haussäugetiere. 2. Aufl. 1834. 3. Aufl. 1843. (Cit. nach Lang-Heinrich.)
1838. 9. Malgaigne, J. F., Traité d'anatomie chirurgicale. 1838.
1840. 10. Baudens, Leçons publiée le 26 nov. 1840. (Cit. nach Motais und Bonnet.)
11. Bennet, A practical treatise on the cure of strabism &c. with some new views of the anatomy. 1840.
1841. 12. Bendz, H., Über die Orbitalhaut bei den Säugetieren. J. Müllers Arch. f. Anatomie, Physiologie und wissenschaftl. Medizin 1844.
13. Bonnet, A., Sur l'anatomie des aponévroses et des muscles de l'œil. Gazette médicale dirigée p. Jules Guérin. 1841.
14. — Nouvelles recherches sur l'anatomie des aponévroses et des muscles de l'œil. Annales d'oculistique. Tome 5. 1841.
15. — Traité des sections tendineuses et musculaires. 1841.
16. Dalrymple, J., Tunica vaginalis oculi. Lancet 1841.
17. Ferral, On the anatomy and physiology of certain structures in the orbit, not previously described. Lancet 1841.

1841. 18. Guérin, J., Cit nach Mota is: Anatomie de l'appareil moteur de l'œil. 1887.
19. Hélie, Recherches sur les muscles de l'œil et l'aponévrose orbitaire. Thèse de Paris 1841.
20. Lucien Boyer, Gazette des hôpitaux. Février 1841.
21. Mackenzie, The cure of strabismus by surgical operation. London 1841. (Cit. nach Lockwood 1885.)
1842. 22. Bonnet, A., Des muscles et des aponévroses de l'œil. Annales d'oculistique publiées p. Cunier. Tome 7. 1842.
1845. 23. Cruveilhier, J., Traité d'anatomie descriptive. 1845.
1850. 24. Lenoir, Des opérations qui se pratiquent sur les muscles de l'œil. Paris 1850.
1851. 25. Arnold, Fr., Handbuch der Anatomie des Menschen. 1851.
1855. 26. Richet, M. A., Traité pratique d'anatomie médico-chirurgicale. 1855.
1858. 27. Busch, W., Zur Wirkung des M. orbicularis palpebral. Arch. f. Ophthalmologie 1858.
28. Henke, W., Die Öffnung und Schliessung der Augenlider und des Tränensackes. Arch. f. Ophthalmologie 1858.
29. Müller, H., Über einen glatten Muskel in der Augenhöhle des Menschen und der Säugetiere. Vorl. Mitteilung, vorgetr. in d. Sitzung v. 30. Okt. 1858. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 9. 1858.
1859. 30. — Über glatte Muskeln an den Augenlidern des Menschen und der Säugetiere. Vorläufige Notiz, vorgetr. in d. Sitzung v. 8. Jan. 1859. Würzburger Verhandlungen. Bd. 9. 1859.
31. Budge, Tensor trochleae. Fascia Tenoni. Zeitschr. f. ration. Medizin. 3. Reihe. Bd. 7. 1859.
32. Hyrtl, J., Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 1859.
33. — Vena ophthalmo-meningea. Österr. Zeitschr. f. prakt. Heilkunde. Wien 1859. S. 768.
34. Linhart, Bemerkungen über die Capsula Tenoni. Würzburger Verhandlungen. Bd. 9. 1859.
35. Wagner, Rud., Notiz über einige Versuche am Halsteile des sympathischen Nerven bei einer Enthaupteten. Zeitschr. f. ration. Medizin. 3. Reihe. Bd. 5. 1859.
1860. 36. Müller, H., Über Innervation der glatten Augenlidmuskeln durch Fasern des N. sympathicus. Verhandl. d. physik.-medizinisch. Gesellsch. in Würzburg. Bd. 10. 1860.
37. — Über die Wirkung des Halssympathicus auf die Augenlider. Verhandl. d. physik.-medizinisch. Gesellsch. i. Würzburg. Bd. 10. 1860.
1861. 38. — Über den Einfluss des Sympathicus auf einige Muskeln und über das ausgedehnte Vorkommen von glatten Hautmuskeln bei Säugetieren. Würzburg. naturw. Zeitschr. II. 1861.
39. Turner, Nat. Hist. Review. 1861.
1863. 40. Arlt, Über den Ringmuskel der Augenlider. III. Bewegung und Lageveränderung der Lider. Archiv für Ophthalmologie. Bd. 9. Abt. 1. 1863.

1865. 41. Harling, Über die Membrana orbitalis der Säugetiere und über glatte Muskeln in der Augenhöhle und den Augenlidern des Menschen. Zeitschr. f. ration. Medizin. 3. Reihe. 24. Bd. 1865.
1866. 42. Henle, J., Anatomie des Menschen. 1866.
1867. 43. Liebreich, Sur un nouveau procédé de strabotomie. Gazette des hôpitaux. 1867.
44. Luschka, H., Die Anatomie des menschlichen Kopfes. 1867.
45. Sappey, Ph. C., Recherches sur quelques muscles à fibres lisses qui sont annexés à l'appareil de la vision. Comptes rendus des séances de l'académie des sciences. 1867.
1868. 46. Magni, Fr., Descrizione della capsula di Tenone. Rivista clinica di Bologna Nr. 1. Referat im Jahresbericht d. Medizin von Virchow und Hirsch. 1868. S. 16.
47. Müller, J. J., Untersuchungen über den Drehpunkt des menschlichen Auges. Arch. f. Ophthalmologie XIV. 3. 1868.
1869. 48. Schmidt, Herm., Zur Entstehung der Stauungspapille (Neurit. opt. intraoc.) bei Hirnleiden. Arch. f. Ophth. Bd. 15. Abt. II. 1869.
49. Sesemann, Die Orbitalvenen des Menschen und ihr Zusammenhang mit den oberflächlichen Venen des Kopfes. Arch. f. Phys. S. 154. 1869.
50. Soelberg-Wells, Diseases of the eye. London 1869. S. 587.
51. Volkmann, Zur Mechanik der Augenmuskeln. Sitzungsberichte der Königl. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. 1869.
1870. 52. Manz, Experimentelle Untersuchungen über Erkrankungen des Sehnerven infolge von intracraniellen Krankheiten. Arch. f. Ophth. Bd. 16. 1. S. 274. 1870.
53. Schwalbe, G., Untersuchungen über die Lymphbahnen des Auges und ihre Begrenzungen. Arch. f. mikroskop. Anatomie, herausg. von Schultze. Bd. 6. 1870.
54. Woinow, Über d. Drehpunkt d. Auges. Arch. f. Ophth. 16. 1. 1870.
1871. 55. Berlin, E., Beitrag zur Mechanik der Augenbewegungen. Arch. f. Ophthalmologie XVII. 2. 1871.
56. Donders, F. C., Über die Stützung der Augen bei expiratorischem Blutandrang. Arch. f. Ophthalmologie. Bd. 17. 1. S. 80. 1871.
1872. 57. Michel, Beiträge zur näheren Kenntniss der hinteren Lymphbahnen des Auges. Arch. f. Ophth. Bd. 18. 1. S. 127. 1872.
58. Wolfring, Beitrag zur Histologie der Lamina cribrosa sclerae. Arch. f. Ophth. Jahrg. 18. Abt. II. 1872.
1873. 59. Panas, F., Leçons sur le strabisme. 1873.
1874. 60. Merkel, Fr., Makroskop. Anatomie des Auges. Handbuch der gesamten Augenheilkunde, herausg. von Graefe u. Saemisch. 1874.
61. Schwalbe, G., Mikroskopische Anatomie des Sehnerven, der Netzhaut und des Glaskörpers. Handbuch der gesamten Augenheilkunde, herausg. von Graefe-Saemisch. Bd. 1. T. 1. 1874.
62. Waldeyer, W., Mikroskop. Anatomie der Cornea, Sklera, Lider und Conjunctiva. Handbuch der gesamten Augenheilkunde, redig. von Graefe-Saemisch. Bd. 1. T. 1. 1874.

1875. 63. Key und Retzius, Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes. Erste Hälfte. 1875.
1878. 64. Nuhn, A., Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. 1878.
1879. 65. Boucheron', Sur les adhérences aponévrotiques des muscles droits avec la capsule de Tenon. Annales d'oculistique. T. 81. 1879.
66. Gowers, W., The movements of the eye-lids. Medico-chirurgical transactions. V. 62. 1879. (Cit. nach Alex. Domeck. 1884.).
1880. 67. v. Gerlach, J., Beiträge zur normalen Anatomie des menschlichen Auges. 1880.
68. Sattler, H., Die Basedowsche Krankheit. Graefe-Saemisch, Handb. d. gesamt. Augenheilk. I. Aufl. Bd. 6. 1880.
1883. 69. Gurwitsch, Über die Anastomosen zwischen den Gesichts- und Orbitalvenen. Arch. f. Ophth. Bd. 29. Abt. 4. S. 31. 1883.
1884. 70. Domeck, Alex., Étude expérimentale et critique sur les mouvements normaux des paupières. Thèse de Lyon. 1884.
71. Fuchs, E., Beiträge zur normalen Anatomie des Augapfels. Arch. f. Ophth. v. Graefe. Bd. 30. 1884.
1885. 72. Lockwood, The anatomy of the muscles, ligaments and fasciae of the orbite, including an account of the capsule of Tenon, the cheek ligaments of the recti, and of the suspensory ligament of the eye. The Journal of anatomy and physiology. Vol. 20. 1885.
1886. 73. Hock, Exophthalmie. Realencyklopädie d. ges. Heilk. Bd. 6. S. 648.
74. De Wecker, L., L'antisepsie comme moyen préventif des dangers de mort après les opérations orbitaires. Annales d'oculistique. T. 95. 1886.
1887. 75. Festal, A. Fr., Recherches anatomiques sur les veines de l'orbite. Thèse de Paris. 1887.
76. Giacomini, C., Annotazioni sulla anatomia del negro. IV. memoria. Giorn. della r. accad. di med. di Torino 1887. (Cit. nach H. Virchow.)
77. Lange, Otto, Topographische Anatomie des menschlichen Orbitalinhalts in Tafeln. 1887.
78. Motais, Anatomie de l'appareil moteur de l'œil de l'homme et des vertébrés. 1887.
79. Schwalbe, G., Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane. Hoffmanns Lehrb. d. Anatomie d. Menschen. 1887.
1888. 80. Ferrari, P., Über die experimentelle Verstopfung des Sinus durae matris. Wiener med. Jahrb. 1888.
81. Sappey, Ph. C., Traité d'anatomie descriptive. 1888.
1890. 82. Langer, Fr., Beitrag zur normalen Anatomie des menschlichen Auges. Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Kaiserl. Akad. d. Wissenschaften. Bd. 99. Abt. III. 1890.
83. Tillaux, P., Traité d'anatomie topographique. Ed. 6. 1890.
1893. 84. Gifford, Weitere Versuche über die Lymphströme und Lymphwege des Auges. Arch. f. Augenheilk. Bd. 26. S. 308. 1893.
85. Lang-Heinrich, Über die Membr. orbit. der Säugetiere. Inaug.-Diss. Jena. 1893.

1893. 86. Schapringcr, Beitrag zur Kasuistik des Enophthalmus traumaticus nebst Bemerkungen über die Pathogenese desselben. *Klin. Monatsbl. f. Augenheilk.* H. 31. S. 309. 1893.
1896. 87. Seligmüller, Halssympathicus. *Realencyklopädie d. gesamten Heilk.* 1896.
1898. 88. Gegenbaur, P., Vergleich. Anatomie d. Wirbeltiere. Leipzig. 1898.
89. Königstein, L., Notizen zur Anatomie und Physiologie der Orbita. *Beitr. z. Augenheilk.* Bd. 25. 1898.
1899. 90. Testut, L., *Traité d'anatomie humaine.* 1899.
91. Purtscher, Kasuistischer Beitrag zur Kenntnis des Enophthalmus traumaticus. *Arch. f. Augenheilk.* Bd. 38. S. 144. 1899.
- 1899
1900 92. Wilbrand und Saenger, Die Neurologie des Auges I. Wiesbaden 1899—1900.
1900. 93. Shoemaker, Relation of Tenons capsule and the cheek ligaments to enophthalmus. *Coll. of physic. of Philadelphia.* March 20. Ref. *Ophth. Rec.* S. 241. 1900.
1901. 94. Hellgren, U., Om bestämmningen af järnfibers läge i ögat och om deras borttagande med elektromagnet. Stockholm 1901.
95. Hermann, F., *Lehrb. d. topograph. Anatomie* 1901.
96. Tuyl, A., Über das graphische Registrieren der Vorwärts- und Rückwärtsbewegungen des Auges. *Arch. f. Ophth.* 52 Bd. 2. Heft. S. 233.
97. Merkel und Kallius, *Makrosk. Anatomie des Auges.* Graefe-Saemisch, *Handb. d. gesamt. Augenheilk.* 1901.
1902. 98. Burkard, Otto, Über die Periorbita der Wirbeltiere und ihre muskulösen Elemente. *Arch. f. Anatomie u. Physiologie. Anat. Abt.* 26. Supplement-Band. 1902.
99. Howe, L., Connective tissue of the orbita. *Annals of ophthalmology.* Oct. 1902. Ref. in *Rev. gén. ophth.* Août. 1903.
100. Virchow, H., Über Tenonschen Raum und Tenonsche Kapsel. *Abhandl. der Königl. Preussisch. Akad. d. Wissenschaften.* 1902.
- 1903 101. Baraquer, Anatomie du fond de l'orbite. *Annales d'oculistique* T. 130. 1903. S. 189.
102. Groyer, Fr., Zur vergleichenden Anatomie des Musculus orbitalis und der Musculi palpebrales (tarsales). *Sitzungsb. d. Königl. Akademie d. Wissenschaften.* Wien 1903.
103. Leber, Die Zirkulations- und Ernährungsverh. des Auges. *Graefe-Saemisch, Handb. II. Aufl.* 1903.
104. Ludwig, Arthur, Zur Demonstration des Hervortretens des Bulbus bei willkürlicher Erweiterung der Lidspalte. *Festschr. f. Sattler. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk.* Beilageheft S. 389. 1903.
105. Motais, Anatomie et physiologie de l'appareil moteur de l'œil de l'homme. *Encyclopédie franç. d'opht.* 1903.
106. Terson, M. A., Anatomie et physiologie des paupières. *Encyclopédie française d'ophtalmologie publiée sous la direction de Lagrange et Valude.* 1903.

1903. 107. Wilmart, L., Des fonctions de la capsule de Tenon. Rev. gén. d'opt. S. 385. 1903.
1905. 108. Bistis, Sur l'énophtalmie traumatique et sa pathogénie. Arch. d'opt. T. 25. S. 548. 1905.
109. Causé, Zur Pathogenese der traumatischen Orbitalerkrankungen. Arch. f. Augenheilk. 52. 1905.
110. Groyer, Zur Anatomie des Musc. levator palp. sup. des Menschen. Zeitschr. f. Augenheilk. Bd. 14. 1905.
111. Levin und Guillery, Die Wirkungen von Arzneimitteln und Giften auf das Auge. Berlin, Hirschfeld. 1905.
112. Testut et Jacob, Traité d'anatomie topographique. 1905.
113. Weiss, Otto, Die Schutzapparate des Auges. Handb. d. Physiologie d. Menschen, herausg. von W. Nagel. Bd. 3. 1905.
114. Wolff, H., Über die Sehne des Musc. levator palpebrae superioris. Zeitschr. f. Augenheilk. Bd. 13. 1905.
115. Zoth, O., Augenbewegungen und Gesichtswahrnehmungen. Handb. d. Physiologie d. Menschen, herausg. von W. Nagel. Bd. 3. 1905.
1906. 116. Groyer, Fr., Über den Zusammenhang der Musculi tarsales (palpebrales) mit den geraden Augenmuskeln beim Menschen und einigen Säugetieren. Internat. Monatsschr. f. Anatomie u. Physiologie. Bd. 23. 1906.
117. Virchow, H., Mikroskopische Anatomie der äusseren Augenhaut und des Lidapparates. Graefe-Saemisch. Handb. d. gesamt. Augenheilk. 103., 104., 126., 127., 184. bis 187. Lieferung, I. T., 1. Bd. II. Kap. Bogen 1—39. 1906, 1908, 1910.
1907. 118. Birch-Hirschfeld, A., Die Krankheiten der Orbita. Graefe-Saemisch, Handbuch der gesamten Augenheilkunde. 112. bis 114. Lieferung. II. T. 9. Bd. XIII. Kap. Bogen 1—15. 1907.
119. Fleischer, Musc. retractor bulbi und drittes Lid etc. Anatom. Anzeiger. Bd. 30. S. 465. 1907.
120. Krauss, W., Über die Orbitalvenen des Menschen. Ber. über d. 34. Versamml. d. ophth. Ges. Heidelberg. 1907.
121. Landström, J., Über Morbus Basedowii. Eine chirurgische und anatomische Studie. Akademische Abhandlung. Stockholm. 1907.
122. Sattler, H., Basedowsche Krankheit. Graefe-Saemisch, Handbuch d. gesamt. Augenheilk. II. Auflage. 1907.
123. Uhthoff, Die Thrombose d. Hirnsinus. Graefe-Saemisch, Handbuch. Aufl. II. Teil II. Bd. 9. Kap. XXII. 1907.
1909. 124. Birch-Hirschfeld, A., Die Krankheiten der Orbita. Graefe-Saemisch, Handb. d. gesamt. Augenheilk. 167. bis 170. Lieferung. II. T. 9. Bd. XIII. Kap. Bogen 16—32. 1909.
1910. 125. Krauss, W., Beiträge zur Anatomie, Physiologie und Pathologie des orbitalen Venensystems; zugleich über orbitale Plätysmographie. Arch. f. Augenheilk. Bd. 66. 1910.

1910. 126. Lewinsohn, G., Über den Einfluss der äusseren Augenmuskeln auf den intraokulären Druck. v. Graefe's Arch. f. Ophthalmologie. Bd. 76. 1910.
1911. 127. Fründ, H., Die glatte Muskulatur d. Orbita und ihre Bedeutung für die Augensymptome bei Morbus Basedowii. Beiträge zur klin. Chirurgie, redig. von v. Bruns. Bd. 37. 1911.
128. Krauss, W., Über die Anatomie der glatten Muskulatur der Orbita und der Lider, speziell der Membrana orbitalis muscosa. Münch. med. Wochenschr. Bd. 38. 1911.
129. Sattler, Die Basedowsche Krankheit. Graefe-Saemisch, Handb. d. gesamt. Augenheilk. 1911.
130. Whitnall, S. E., On a ligament acting as a cheek to the action of the Levator palpebrae superioris muscle. Journal of Anatomy and Physiology. January number. 1911.
1912. 131. Holm, Om bestämning af främmande kroppars läge i ögat och orbita med Röntgenstrålar. Akademisk afhandling. Upsala 1912.
132. Kopsch, Fr., Rauber's Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 1912.
133. Krauss, W., Über die glatten Muskeln der menschlichen Orbita. Bericht über die 37. Versammlung der ophthalmologischen Gesellschaft. Heidelberg 1911, 1912.
134. — Zur Anatomie der glatten Muskeln der menschlichen Augenhöhle nach Untersuchungen am Neugeborenen. Arch. f. Augenheilk., redig. v. Hess. Bd. 71. H. 4. 1912.
135. Sattler, Über den sogenannten Landströmschen Muskel und seine Bedeutung für den Exophthalmus bei Morbus Basedowii. Bericht über die 37. Versammlung der ophthalmologischen Gesellschaft Heidelberg 1911, 1912.
1913. 136. Corning, H. K., Lehrbuch der topographischen Anatomie. 1913.

Ausser den oben angeführten Lehrbüchern der Anatomie auch mehrere andere, wie die von Krause, Quain, Merkel u. a.

Additional information of this book

(Der Bindegewebsapparat und die glatte Muskulatur der Orbita beim Menschen in normalem Zustande; 978-3-662-29886-2) is provided:



<http://Extras.Springer.com>

