

I.

Zur Kenntniss der Bindesubstanz im Centralnervensystem der Säugethiere.

Von
Dr. **Ludwig Loewe**,
in Berlin.
(Hierzu Tafel I. und II.)

~~~~~  
**M**it einer Arbeit über die Entwicklung des Centralnervensystems der Säugethiere beschäftigt, hatte ich vor Kurzem Gelegenheit, eine Beobachtung zu machen, welche sich auf die Frage nach der Beschaffenheit der Bindesubstanzen im Gehirn und Rückenmark der erwachsenen Thiere bezieht.

Obwohl meine Beobachtung mehr dem Zufall als planmässiger Untersuchung zu verdanken ist, so will ich doch nicht unterlassen, dieselbe kurz hier mitzutheilen und zwar hauptsächlich deshalb, weil man durch die dabei in Anwendung gekommene Methode in den Stand gesetzt wird, einen Theil (den peripheren) des Bindegewebes des Centralnervensystems jeder Zeit und ohne Mühe zu demonstrieren.

Es möchte bei dem fragmentarischen Character der folgenden Notiz wohl nicht am Platze sein, genauer auf die Literatur einzugehen, besonders da dieselbe sich in den neuen verdienstvollen und ausführlichen Arbeiten von Boll<sup>1)</sup>, Schwalbe<sup>2)</sup>, Eichhorst<sup>3)</sup>, ferner in dem neu erschienenen Lehrbuch der Histologie von Krause<sup>4)</sup> und Anderen eingehend zusammengestellt findet. Das, was sich auf meinen eigenen Befund bezieht, werde ich bei Gelegenheit erwähnen. Ich gehe deshalb gleich zur Beschreibung meiner Präparationsmethode über.

Härtet man das Gehirn eines kleinen Säugethiers, etwa eines Kaninchens, noch von der Arachnoidea und Pia bekleidet, in gesättigter Lösung von doppelt chromsauren Kali (am Besten, indem man auf den Boden des Erhärtungsgefässes Kristalle von doppelt chromsauren Kali im Ueberschuss schüttet), so erhält bekanntlich durch den übermässigen Concentrationsgrad der Erhärtungsflüssigkeit die Gehirns substanz eine spröde Brüchigkeit, welche sie ziemlich ungeeignet zu Durchschnitten macht. Dafür aber ist sie sehr leicht macerirbar, und man kann aus ihr einzelne anatomische Elementartheile nicht selten

mühe los isoliren. Namentlich gelingt dies leicht und sauber, wenn man dabei nach folgender Vorschrift verfährt.

Nachdem das überhärtete Gehirn sorgfältig in Wasser ausgewaschen ist, bringt man es in gut bereitetes (frisch aufgelöstes) alcalesches Carmin (1 Gr. feinstes Carmin, 100 Gr. Wasser, Liqueur Ammonii caustici q. s.), worin es so lange verbleibt, bis es sich durch und durch gefärbt hat. \*) Nach der Färbung und abermaligen Abspülung in Wasser wird das Präparat in absoluten Alcohol gethan und hierin bis zur definitiven Verwendung aufbewahrt. Will man nun das Bindegewebe an einer beliebigen Stelle der Oberfläche des Gehirns oder Rückenmarkes untersuchen, so legt man das zu untersuchende Stück in eine Schale voll Spiritus und zieht unter der Lupe ein Stückchen Pia von der Oberfläche ab. Dabei achtet man darauf, dass immer etwas Gehirnssubstanz an der Pia haften bleibt. Das abgezogene Stückchen Gehirn mit Pia wird so in ein Spiritusschälchen gelegt, dass die cerebrale Fläche der Pia nach oben schaut. Nun fängt man an, den Spiritus mittelst leisen Erschütterns der Schale oder mittelst leichten Auf- und Niederfahrens mit einem Spatel in Wellenbewegung zu versetzen. Man wird dadurch in denjenigen Fällen, in denen die Maceration zweckentsprechend erfolgt ist, die Gehirnssubstanz aus dem stützenden Gerüste des Bindegewebes herausspülen und sich so einigen Einblick in die Anordnung des letzteren verschaffen können. Das Präparat bringt man dadurch auf den Objectträger, dass man mit letzterem unter das in Spiritus schwimmende Gewebstückchen heruntersfährt und dann Objectträger und Object rasch senkrecht in die Höhe hebt. Zum Einschluss empfiehlt sich Glycerin. Die beschriebene Methode hat den Vortheil, dass sie die bindegewebigen Elemente annähernd in ihrer normalen Lage erhält und so eine Controlle der Macerations- durch die Schnittpräparate ermöglicht.

In gelungenen Objecten sieht man von der Unterfläche der Pia Fig. 1 p. an vielen Stellen feine Fäserchen Fig. 1 f. sich senkrecht erheben, um entweder gerade, oder auch etwas geschlängelt, in das Gehirn einzutreten. Sie erreichen eine Länge von 125  $\mu$  und darüber

---

\*) Diese Färbungsmethode in toto hat sich mir seit 2 Jahren als überaus practisch und der gewöhnlichen Art und Weise, jedes Präparat zu tingiren, weit vorziehbar erwiesen. Ich wende diese Methode sogar bei ganzen Thieren bis zu der Grösse einer Maus an; resp. kann man ganze Organe bis zu dieser Grösse in toto färben, wozu natürlich manchmal mehrere Wochen gehören. Grössere Organe schneide ich in passende Stücke und färbe dann jedes einzelne dieser Stücke in toto.

und sind nicht selten so dicht gestellt, dass die Pia wie mit starren, glänzenden Fäden ziemlich dicht besetzt erscheint. In anderen Fällen ist der Abstand der Fasern von einander ein grösserer (bis zu 13  $\mu$  und darüber).

Diese Fasern will ich mit einigen ihrer früheren Beschreiber [F. E. Schulze<sup>7)</sup>, Henle und Merkel<sup>8)</sup>, Stieda<sup>9)</sup>] Stiffasern nennen. Man kann an ihnen zwei Abschnitte unterscheiden: 1) die Basis, 2) den weitem Verlauf. Was die Basis anbelangt, so scheinen viele Stiffasern (Fig. 2 f.) eine dreieckige, öfters membranös aussehende Verbreiterung (Fig. 2 b.) zu besitzen, mit welcher sie in die Grundsubstanz der Pia (Fig. 2 p.) selbst übergehen. Diese membranösen Verbreiterungen (Fig. 2 b.) erinnern in Etwas an die bekannten Füsschen der Radialfasern der Retina, durch deren Zusammenfluss die membrana limitans interna gebildet wird. In ihnen kann man nicht selten kernartige Massen erblicken (Fig. 2 k.), doch vermochte ich selbst mit einem Immersionssystem 7 von Kraft und Seibert nicht zu bestimmen, ob die in den kegelförmigen Basen der Stiffasern (Fig. 2 b) nicht selten sitzenden Kerne (Fig. 2 k.) immer den Stiffasern selbst angehörten oder nicht vielmehr Kerne der Grundsubstanz der Pia waren (Fig. 2 k<sup>1</sup>). An den kegelförmigen Basen der Stiffasern (Fig. 2 b.) macht sich ausserdem noch eine feine Faserung (Fig. 2. s.) bemerkbar. Es hat nicht selten ganz den Anschein, als wenn die Stiffaser sich auf der Oberfläche des dreieckigen Basalkegels pinselförmig auflöst und dadurch die erwähnte feine Faserung (Fig. 2, s.) bewirkt. Einige Male habe ich mich jedoch mit starken Systemen überzeugen können, dass dieser Anschein nur dadurch hervorgerufen wird, dass die Substanz der Basalkegel der Stiffasern sich in feine Falten legt, welche natürlich nur bei genauem Zusehen von wirklichen pinselförmigen Ausstrahlungen der Stiffasern auf der Basalkegeloberfläche zu unterscheiden sind. Ebensowenig wie von einer Ausfaserung der Stiffasern konnte ich mich von der Thatsache überzeugen, dass an dem Fusspunkte der Stiffasern jedesmal eine wirkliche Zelle mit allen ihren Attributen (Zellkern und Zellprotoplasma) gelegen sei. Es macht vielmehr manchmal ganz den Eindruck, als ob die Stiffasern direct aus der Grundmasse der Pia resp. aus den die Grundmasse der Pia horizontal (der Verlauf der Stiffasern vertical gedacht) durchsetzenden feinen Fäserchen (Fig. 2. r.) ihren Ursprung zu nehmen vermöchten.

Neben den eben erwähnten Stiffasern erheben sich aus der Pia noch andere, wie es scheint den Stiffasern ziemlich gleichwerthige Bildungen (Fig. 3. g.). Es sind ebenfalls starre Fasern, aber ihr Ca-

liber ist stärker und sie sitzen der Grundfläche der Pia (Fig. 3. p.) meist nicht mit einer fein membranösen kegelförmigen Basis auf. Man kann vielmehr sehen, wie sie sich pinselförmig (Fig. 3. g.<sup>1</sup>) ausbreiten und zwar in Fig. 3 in drei (sichtbare, mehrere andere waren zweifelhaft) Aeste. Es liegt der Gedanke nahe, dass diese fadenförmigen Endausbreitungen (Fig. 3. g.<sup>1</sup>) des Stieles der Stiftfasern und die kegelförmigen Basen der Stiftfasern an anderen Stellen, z. B. Fig. 2. b., keine wesentlich differenten Bildungen darstellen. Denkt man sich nämlich die kegelförmige Endausbreitung (Fig. 2. b.) durch irgend eine Ursache rareficirt, so müssen endlich derartige feine Fäden zurückbleiben, und denkt man sich diese etwas in die Länge gezogen, so entstehen genau solche Ursprünge, wie sie auf Fig. 3. g.<sup>1</sup>) abgebildet sind.

An der Zusammenflussstelle der Endfäden der letzterwähnten Art von Stiftfasern (Fig. 3. k.) ist manchmal ein eigenthümliches Gebilde gelegen, das möglicherweise mit einem Kerne verglichen werden, möglicherweise aber auch nichts für die Faser Characteristisches sein könnte.

Die zuletzt beschriebenen Faserungen, welche sich mit mehreren Fäden von der Pia erheben, um dann in einem gemeinschaftlichen starren Stiele weiter zu verlaufen, möchten wohl zum Theil identisch mit dem sein, was Boll<sup>1)</sup> in seiner schönen Arbeit über die Histologie und Histiogenese der nervösen Centralorgane als Pinselzellen an manchen Stellen des Centralnervensystems beschrieben hat.

Was die weitere Ausbreitung der Stiftfasern resp. Pinselzellen anbetrifft, so bleiben dieselben in ihrem ganzen Verlauf stark lichtglänzend, durchaus gleichmässig im Caliber. Der starre Stiel der Stiftfasern [resp. Pinselzellen Boll<sup>1)</sup>] kann in vielen Fällen sehr weit in das Gehirn hinein verfolgt werden. So gelang es mir an Isolationspräparaten sowohl als an Schnitten in einigen Fällen die Stiele bis zu 125  $\mu$  und darüber ungetheilt, starr und in gerader Richtung verlaufen zu sehen. In anderen Fällen war es nicht möglich, die Stiele so weit zu verfolgen. Immerhin aber konnte man die Ueberzeugung gewinnen, dass sie für gewöhnlich eine beträchtliche Länge erreichen.

Verzweigt sich eine solche Stiftfaser an ihrem Ende, oder hört sie wie abgebrochen auf, oder verbindet sie sich mit anderen Stiftfasern zu einem Netzwerk? Ich glaube mich dafür entscheiden zu dürfen, dass nach längerem oder kürzerem ungetheilten Verlauf die Stiftfasern plötzlich eine Menge feiner Aeste abgeben, welche sich ihrerseits wieder netzförmig verbinden.

Fig. 3. h. soll dies Verhältniss demonstrieren.

Allerdings habe ich diese feine Verästelung häufig vermisst. So sind auf Fig. 2. zwei Stiftfasern (f. und f.<sup>1</sup>) abgezeichnet, welche auf grosse Strecken zu verfolgen waren und doch keine Spur von Verästelungen aufwiesen. Ja bei der auf der rechten Seite gezeichneten der beiden Stiftfasern (f. I.) konnte man sogar mit Sicherheit constatiren, dass der Anblick, den sie darbot, nicht von einer wirklichen Verästelung herrührte, sondern dadurch bedingt war, dass sich um die Stiftfaser herum ein feiner anderer Faden l (möglicher Weise nervöser Natur) geschlagen hatte. Nichts desto weniger glaube ich doch für eine directe Verästelung der in Rede stehenden Bildungen plaidiren zu dürfen, denn an Präparaten, wie den auf Fig. 3. g. abgebildeten, kann man direct nachweisen, dass von der Faser ein feines Netz abgeht (Fig. 3 h.). Das Netz hat im Wesentlichen spitzwinklige Maschen. Die feinen Bindegewebsfibrillen, welche dasselbe zusammensetzen, verlaufen in den meisten Fällen geradlinig; sie treten fast immer in spitzen Winkeln, und nur ganz wenig oder fast gar nicht verbreitert von der Stiftfaser resp. dem Stiele der Pinselzelle ab. Dabei verliert die Faser selbst nicht wesentlich an Caliber. Man kann zweifelhaft sein, ob man eine solche Bildung mit Recht eine Verzweigung nennen darf, oder vielmehr ob man nicht die Sache so ausdrücken muss, dass sich an starre, geradlinige und durchaus gleich calibrirte Balken (die Stiele der Stiftfasern) ein feines Netzwerk ansetze, welchem die erwähnten Balken gleichsam zu stützenden Pfeilern dienen. Die That sache, dass man meistens unverästelte Stiftfasern (resp. Pinselzellen mit unverästeltem Stiel) zu Gesicht bekommt, möchte sich daher vielleicht dahin erklären, dass die feinen Verzweigungen (Fig. 3. h.) von dem starren dicken Stiel (Fig. 3. g.) bei der Maceration leicht abreissen und daher übersehen werden.

Es bleiben nicht selten Partikelchen der grauen Molecularmasse des Gehirns an den Stiftfasern sitzen; in ihnen kann man oft undeutlich solche Körper erblicken, wie sie von den Autoren [Jastrowitz<sup>10)</sup> Golgi<sup>11)</sup> und Boll<sup>1)</sup>] als Spinnenzellen beschrieben sind (Fig. 2. i.). Sie liegen zum Theil verdeckt von der grauen molecularen Masse (Fig. 3. i.). Die Fasern, aus denen die Spinnenzellen sich, abgesehen vom Kern und den interfibrillären Kernchen, aufbauen, laufen gegen die Stiftfasern zu, und es macht ganz den Eindruck, als wenn die Füsschen der Spinnenzellen (Fig. 3. i.) und die feinsten Verzweigungen der Stiftfasern (Fig. 3. h.) in so manchen Fällen identische Bildungen wären.

Sucht man nach den Stiftfasern auf einem Querschnitt durch die

Hemisphären\*), so sieht man, von der Innenfläche der Pia (Fig. 4. p. und p<sup>1</sup>.), dem eben geschilderten Befund entsprechend, feine starre Fasern (Fig. 4. f.) entweder ganz senkrecht oder auch schräg (Fig. 4. f<sup>1</sup>.) in die graue moleculare Masse des Gehirns (hier nicht gezeichnet) eindringen. (Fig. 4. stellt die Pia an der medialen, beiderseitig einander zugekehrten Fläche der Hemisphären von einem Ka-

\*) Es gelingt leicht, feinste Querschnitte durch das Gehirn mit daran hängender Arachnoidea und Pia anzufertigen, wenn man dabei nach folgender Methode verfährt: Man lege das gehärtete und in toto durchgefärbte Gehirn noch von seiner eigenen pialen Scheide (i. e. Arachnoidea und Pia zusammen) umhüllt in ein bis auf 40° Celsius erwärmtes Gemisch von 1 Theil Gelatine, 1 Theil Glycerin, 1 Theil Wasser (Klebs). Hierin lasse man es bei 40° durch mehrere Stunden bis Tage, bis sich das ganze Gehirn mit der Leimlösung durchtränkt hat. Dann nehme man dasselbe heraus, lasse es erkalten, wobei der Leim erstarrt und bringe es schliesslich in ein möglichst grosses Gefäss voll absolutem Alkohol, in welchem man es so auf Watte lagert, dass es immer nur mit den obersten Schichten des Alkohol in Berührung kommt. Nach einigen Tagen hat der das Gehirn durchtränkende Leim durch die wasserentziehende und coagulirende Wirkung des Alkohol einen Consistenzgrad erlangt, welcher das Präparat vorzüglich schnittfähig macht. Die farblose Gelatine tritt auf dem Querschnitt gegenüber der gefärbten Hirnsubstanz ganz in den Hintergrund und wird von dem Beobachter nicht störend bemerkt. Die Pialscheide aber lässt sich auf das Schönste mit dem Gehirn selbst in dünne Schnitte zerlegen, wenn man das Gehirn mittelst der bekannten Mischung von Wachs und Oel in ein Gudden'sches<sup>12)</sup> Microtom einbettet, und nun nicht unter Wasser, sondern einfach, indem man die Klinge des Gudden'schen Messers mit Nelkenöl befeuchtet, schneidet. Der Leim giebt dem Ganzen eine derartige Cohäsion, dass man nach jeder beliebigen Richtung (sagittal, horizontal, frontal) Schnitte durch das ganze Gehirn legen kann, ohne fürchten zu müssen, dass die einzelnen Theile von einander fahren, resp. dass die Gehirnssubstanz bricht. Selbst Theile, welche ganz isolirt von der Hauptmasse des Gehirns vom Schnitte getroffen sind, verbleiben in Folge der Leimdurchtränkung in ihrer normalen Lage. Man vermeidet auf diese Weise das lästige Zurechtrücken der einzelnen Abtheilungen eines Schnittes, wobei doch immer die feinsten Theilchen verloren gehen.

Da es bei der beschriebenen Methode nicht möglich ist, unter Wasser zu schneiden, so ist auch die Anwendung des Gudden'schen Tisches nicht mehr erforderlich. Ich habe deshalb das Gudden'sche Microtom wieder aus seinem Tische herausgenommen und dasselbe wiederum (meines Wissens nach dem Vorgange von Betz) zum Anschrauben an eine Tischkante eingerichtet. Derartige Instrumente nach meiner Modification sind beim Instrumentenmacher Katsch in München und bei Tamm in Berlin zu haben, und bieten namentlich den Vortheil, dass man auch bei dem kleinsten Gudden'schen Microtom das grosse Guddensche Messer anzuwenden vermag, das vermöge seiner Schwere gute Schnitte mit Leichtigkeit erzielt. Einer der grossen Vorzüge der Gudden's-

nischen dar, und ist Faser für Faser genau nachgezeichnet; p<sup>1</sup> ist die Pia der rechten, p. die der linken Hemisphäre. Der leere Raum (Fig. 4. x.) entspricht (daher demjenigen Hohlraum, in welchen sich beim Menschen die grosse Hirnsichel hineinlagert). Man kann keinen Augenblick in Zweifel sein, dass man es hier mit den eben beschriebenen Stiff Fasern zu thun hat. Man sieht die charakteristische Starrheit der Fasern, ihren meist senkrechten Verlauf, ihren Ursprung mit kegelförmigen Verbreiterungen (Fig. 4. c.). Auch kann man aus den Schnittpräparaten noch leichter die Ueberzeugung schöpfen, dass die Stiff Fasern wirklich verzweigt sind. Man sieht sie sich häufig nach kürzerem oder längerem Verlauf (Fig. 4. h.) in mehrere Aeste theilen und man kann die Theilungen und die durch dieselben gebildeten Netze nicht selten durch die ganze Dicke der grauen molecularen Masse der Gehirnrinde, wenn auch nicht immer sehr deutlich, verfolgen.

An Schnittpräparaten findet man nicht selten Kerne an den Knotenpunkten des Netzes (Fig. 4. k<sup>2</sup>.) oder an einer beliebigen Stelle der Stiff Fasern (Fig. 4. k.) eingebettet. Aber ebensowenig wie man

---

schen Microtome liegt, abgesehen von der sauberen Arbeit der Instrumente, unstreitig darin, dass man bei ihnen vermittelt freier, nur durch die Platte gestützter Hand ein Messer führt, das nicht allein durch seine Schärfe, sondern auch durch seine Schwere wirkt, und das dabei alle die Vortheile hat, welche die Führung mit freier Hand gegenüber der Führung auf Schlitten (wie bei dem Rivet-Verickschen Microtom und seinen Modificationen) darbietet. Uebrigens achte man sorgfältig darauf, dass die Messer, die dem Instrumente beigegeben werden, genau horizontal geschliffen und deren Schneide nicht windschief sei.

Eine zweite Modification, die ich an dem kleinen Gudden'schen Apparat vorgenommen habe, besteht darin, dass ich die horizontale Platte, auf der das Messer geführt wird, noch etwas breiter machen lasse, damit das für den kleinen Apparat unverhältnissmässig schwere grosse Gudden'sche Messer sicher geführt werden kann. Nothwendig ist, dass die Schraube, vermöge deren das Instrument an die Tischkante geschraubt wird, kräftig gearbeitet ist, damit sie das Gewicht des Messers aushält und nicht durch dasselbe gebogen werde. Der Preis eines Instrumentes nach meiner Modification beträgt incl. grossem Gudden'schen Messer ca. 70 Mark.

Auf folgende drei Umstände muss man das Hauptgewicht bei der eben beschriebenen Methode legen:

1. das Präparat muss exquisit gut gehärtet sein. Man wird dies nur dann erreichen, wenn man erst in chromsaurem Kali gut durchgehärtet hat und dann nach Durchtränkung des Präparates mit Leim genau in der beschriebenen Weise in mindestens 95% Spiritus härtet. Wenn man den Alkohol spart oder wenn derselbe zu wasserhaltig ist, so bekommt das Leimglycerin keine schöne Schnittconsistenz und ist völlig untauglich für den Gudden'schen Tisch.

2. Die zweite Nothwendigkeit ist die, dass man bei der Färbung in toto abwartet,

sich, hätte man nur Schnittpräparate zur Verfügung, mit absoluter Sicherheit von der Verästelung der Stiffasern überzeugen könnte, ebensowenig kann man nur an Schnitten die Frage nach der Einlagerung der Kerne entscheiden. Denn die Verästelungen können auf Schnittpräparaten dadurch vorgetäuscht sein, dass mehrere Stiffasern, die eine kurze Strecke gemeinsam liefen, sich plötzlich von einander entfernen. Ebenso können die Einlagerungen von Kernen an den Theilungsstellen trügen, indem in Wirklichkeit die Kerne entweder darüber oder darunter gelegen sind. Ueber diese beiden Fragen kann man nur an Macerationspräparaten sichern Anschluss erhalten. Letztere haben in der That, wie Fig. 3. h. ergibt, die Verästelung der Stiffasern gelehrt, aber in Bezug auf die Frage nach dem Kerne haben auch sie nur zu negativen Resultaten geführt. Ich muss also die Beziehung der Fasern zu den Kernen vorläufig, als noch nicht erforscht, dahingestellt lassen.

Fig. 7 und Fig. 14 sind ebenfalls Schnitte, und stellt Fig. 7 die Pia p an der seitlichen Umgränzung des vorderen Vierhügels dar, ungefähr in einer Gegend, welche dem Oculomotorio-Trochlearis Kerne

bis das Präparat auch wirklich durchgefärbt ist, wozu immer eine verhältnissmässig lange Zeit nothwendig ist. Nimmt man das Präparat zu früh aus der Carminlösung heraus, so ist im Innern ein noch ungefärbter Kern zurückgeblieben.

3. Die dritte Nothwendigkeit ist, scharfe Messer zu halten.

Ist man auf die Methode eingeübt, so kann man die Präparate in einem Viertel der Zeit herstellen, die man sonst nothwendig hat. Ein gefärbtes Präparat schneidet sich ebenso rasch und leicht wie ein ungefärbtes, und man spart dabei 3 Manipulationen, nämlich: 1) Färben eines jeden Schnittes, 2) Abspülen und 3) Alkoholisiren, Operationen welche mit Gefahren für das Präparat verbunden und zeitraubend sind.

Nach meiner Methode bringt man den Schnitt sofort auf den Objectträger, thut Canadabalsam darauf (die beste mir bekannte Einschlussflüssigkeit ist Canadabalsam 70 Theile, Benzol 30 Theile) bedeckt mit einem Deckgläschen und das Präparat ist fertig. Zum Reinigen des Objectträgers von übergeflossener Lacke empfehle ich Benzin.

Ich rathe, das Microtom, wenn der Präparator selbst rechtshändig ist, an den linken Rand nahe an der linken untern Ecke eines vor dem Fenster aufgestellten festen viereckigen Tisches zu schrauben und sich selbst dem Microtom so gegenüber zu setzen, dass man etwas nach links und unten von der linken Tischkante sitzt, wobei die Lehne des Stuhles parallel der linken Tischkante steht und der Präparator sein Gesicht der linken Tischkante zuwendet. Beim Schneiden achte man darauf, dass man das Messer niemals rückwärts und immer nur in derselben Richtung bewegt. Mit einiger Uebung erlernt man das Messer übrigens im Bogen zu führen, was für manche Objecte recht brauchbar ist.



entspricht, während Fig. 14 der Basis cranii nahe dem Chiasma nervi optici entnommen ist. Man sieht Stiffaserverzweigungen (f) noch bedeutend dichter wie in dem Fig. 4 abgebildeten Schnitte der cerebralen Fläche der Pia p aufsitzen und in die Gehirnsubstanz eindringen. Sie bilden eine förmliche Rindenzone, welche rings um das Präparat herumgeht und aus einem in die gangliöse Masse eingebetteten sehr zierlichen Netzwerke feiner bindegewebiger Fibrillen besteht. Die Maschen dieses Netzes lassen manchmal eine gewisse Regelmässigkeit nicht verkennen. So sind z. B. die Maschen, auf die der Buchstabe x. (Fig. 7) hinführt, nahezu 4- resp. 6-eckig geformt. Richtet man sein Augenmerk auf die Knotenpunkte, so kann man sich nicht verhehlen, dass auch hier in den meisten Fällen keine Kerne zu sehen sind.

Schon bei oberflächlicher Betrachtung der Figuren 4, 7 und 14 fällt das verschiedene Caliber der von der Pia entspringenden Fasern auf. Während die einen Fig. 4, 7 und 14 f. ganz fein sind und dicht bei einander stehen, sind die anderen (Fig. 4 f.<sup>2</sup>, Fig. 7 f.<sup>1</sup>, f.<sup>2</sup> Fig. 14 e y. und e<sup>1</sup>) stark und weit von einander entfernt. Deshalb sind auch auf allen Präparaten die feinen Fasern weit zahlreicher, als die starken (siehe namentlich Fig. 14).

Die feinen Fasern sind schon zur Genüge besprochen; es sind die oben beschriebenen Stiffasern. Von den starken ist dagegen bis jetzt noch nicht die Rede gewesen, und muss deshalb eingehender darüber gehandelt werden.

Die starken Fasern sind auf folgenden Umstand zurückzuführen. An der Unterfläche der Pia, also in den obersten Gehirnschichten, befinden sich an nicht wenigen Stellen des Centralnervensystems Netze breiter bindegewebiger Balken, welche sich auf den Durchschnitten als eine besondere starke Art von Bindegewebsfibrillen neben den weit feinem Stiffasern markiren müssen. So erklärt es sich, dass in Fig. 4, 7 u. 14 bindegewebige Gebilde so verschiedenen Calibers zur Anschauung gelangen. Um die zuletzt erwähnten Netze starker Fasern zu studiren, verfährt man auf dieselbe Art und Weise, welche ich früher für das Studium der Stiffasern empfohlen habe, und gelingt es in der Regel weit leichter, sich die Netze zur Anschauung zu bringen, als die Stiffasern. Die Netze sind äusserst variabel in ihrer Entwicklung, und demgemäss auch in ihrem Habitus. An einigen Stellen der Oberfläche des Centralnervensystems, z. B. an der Basis cranii dicht neben dem Chiasma, sind sie sehr stark, an anderen scheinen sie fast ganz zu fehlen. Die grosse Verschiedenheit in ihrem Aussehen er-

schwert eine zusammenfassende Beschreibung. Im Allgemeinen kann man sagen: „Starrfaserige platte Längsbalken werden durch Querbalken, die man sich ebenfalls nicht drehend vorstellen darf, zusammengehalten. Diese Querreifen geben unter spitzem Winkel feinere Bälkchen ab. Durch die Verbindung der Balken entstehen runde oder ovale Löcher von verschiedenem Durchmesser, in denen die graue moleculare Masse gelagert ist.“ Einige Beispiele von besonders gut entwickelten Netzen sollen in den Figuren 8, 11, 12, 15 u. 16 versinnbildlicht werden. Diese Figuren sind der obersten Gehirnschicht grauer molecularer Masse dicht unter der Pia entnommen und sind auf die eben auseinandergesetzte Art und Weise präparirt. Auf Fig. 8 ist a. die Arterie, v. die Vene, welche beide, wie bekanntlich Boll<sup>1)</sup> gefunden hat, eine Strecke weit an der Unterfläche der (auf Fig. 8 undeutlich von unten durchschimmernden) Pia p horizontal verlaufen, ehe sie sich senkrecht in die Gehirnsubstanz eingehend verzweigen. Man sieht von der Lymphadventitia (l.) der Gefässe stärkere Züge (s) abgehen, welche im Allgemeinen der Pia parallel verlaufen und durch ihre mannigfaltigen Verbindungen ein subpiales Netzwerk starker bindegewebiger Züge bilden. Die Balken liegen meist in der Horizontalebene, doch verbinden sie sich auch mit einander durch senkrecht und quer gestellte starke Fasern. Die Maschen des dadurch gebildeten Netzwerks sind oval oder rhombisch oder dreieckig mit abgerundeten Winkeln. Ihre Grösse ist so wechselnd, dass es sich nicht verlohnt, Massangaben zu machen. Man vergleiche z. B. die kleine Masche z<sup>1</sup> mit der grossen Masche z. Ebenso wechselnd wie die Grösse der Maschen des subpialen Netzwerkes, ebenso mannigfaltig ist auch ihre Anordnung und ihre Dichtigkeit. Bald sind sie so dicht, dass sie eher einer durchlöcherten Platte als einem Netze gleichen (Fig. 11 x. auf der linken Seite), bald wieder so weit, dass verhältnissmässig grosse Räume übrig bleiben (Fig. 15 u. 16, Fig. 11 auf der rechten Seite). Auch die Balken selbst sind nicht von gleichem Caliber. Die einen stellen nur ziemlich dünne Verbindungsfäden dar (Fig. 11 l., Fig. 15 u. 16 z.), die anderen fliessen zu breiten bindegewebigen Platten (Fig. 11 x.) oder Längsbändern (Fig. 15 u. 16 y.) zusammen. Bei der Betrachtung mit starken Systemen (Fig. 12.) erkennt man, dass einige, namentlich die stärkeren Verbindungsbänder aus feinen, der Längsaxe parallel verlaufenden Fasern bestehen, welche durch eine amorphe, die Grundsubstanz der Bindegewebseisen darstellende Kittmasse zusammengehalten werden. Diese Structur ist öfters namentlich deutlich an denjenigen Stellen, wo die Längsbalken sich zu

Platten verbreitern (Fig. 12 c.). Die Fasern liegen besonders dicht am Rande der Balken, während in der Mitte je eines Balkens die Fasern nicht zu sehen sind (Fig. 12 n.) und die helle Grundmasse zum Vorschein kommt. Wo die Balken sich zu Platten verbreitern (Fig. 11 e.), ziehen die Fasern quer über die Platte weg, von einem Balken zum andern und schneiden sich dabei wechselseitig. An den Enden des Präparats da, wo die Balken abgerissen sind, sieht man die Bindegewebsfasern ausstrahlen, und noch eine Strecke weit frei über das Rissende des Balkens herüberraagen (Fig. 12 m.).

Der Verlauf der Balken des subpialen Netzwerkes ist nicht immer ein ganz geradliniger, ein grosser Theil der Balken verläuft auch in Schlangenkrümmungen. Man vergleiche in dieser Beziehung besonders diejenigen Balken, die (Fig. 15 u. 16) mit o bezeichnet sind, mit Fig. 11 u. 12.

Das von mir in Anwendung gezeigte Isolationsverfahren brachte die Netze so nackt zum Vorschein, wie sie in den Fig. 8, 11, 12, 15 und 16 abgebildet sind, und liess keine Beziehung derselben zu etwa darauf oder darin gelegenen zelligen Gebilden erkennen. Auf dem Querschnitt konnte man allerdings manchmal an den Knotenpunkten der Balken des subpialen Netzwerkes Kerne erblicken, so Fig. 14 bei k. Doch konnte natürlich am Schnittpräparat nicht mit Sicherheit entschieden werden, ob der Kern wirklich der Balkenverzweigung des subpialen Netzwerkes angehöre, oder ob er nicht etwa nur einfach darüber gelagert sei.

Das subpiale Netzwerk steht überall mit der Pia selbst in Verbindung und ist manchmal so stark entwickelt, dass es zur Bildung kleiner auf kurze Strecken in die Gehirns substanz einspringender Septa kommt. In diesen Septis liegen dann häufig die grössern, auf der Oberfläche des Gehirns horizontal verlaufenden Blutgefässe. Auf dem Querschnitt muss durch dieses Vorspringen der Blutgefässe und der die Gefässe umhüllenden starken Bindegewebsnetze, die Gehirnkontur nicht glattrandig, sondern mit Ausbuchtungen und Einknickungen besetzt erscheinen. Ein Blick auf Fig. 21 wird dies verstehen lassen. Diese Figur zeigt links das horizontal verlaufende, nur auf dem Querschnitt quer getroffene Gefäss g, durch dessen Prominenz ein halbkreisförmiger Einbug in der sonst ziemlich glatten Piacontur p. hervorgerufen wird. Liegen nun viele grosse Gefässe dicht bei einander an der Oberfläche des Gehirns, oder gehen viele und starke Bindegewebssepten und Balken des subpialen Netzwerkes von der Unterfläche der Pia ab, so erscheint die Unterfläche der Pia, wenn man sie vom

Gehirn abzieht, nicht eben, sondern mit netzförmig angeordneten Erhabenheiten besetzt, wie dies auf Fig. 17 wiederzugeben versucht worden ist. Diese Figur stellt das Maschengerüst des subpialen Netzwerkes von einer Stelle des Gehirns dar, an der das Einspringen der auf der Pia p. haftenden Bindegewebsspta e. und Gefässe a. und v. besonders schön entwickelt war. Dadurch, dass netzförmige Züge (Fig. 17 e.) rundliche, an die Wände der Arterie a. und Vene v. inserierte Maschen bilden, kommt es zur Bildung bienenwabenartig an einander gereihter Alveolen, ähnlich den Lungenbläschen, in welche die Gehirnsubstanz, mit kleinen knopfförmigen Erhabenheiten sie ausfüllend, vorspringt. Es mag diese Thatsache vielleicht zur Erklärung der alten Beobachtung dienen, dass an manchen Stellen die Pia sich nur mit äusserster Mühe vom Gehirn entfernen lässt, während sie an anderen Stellen ganz glatt und fast ohne jede Anstrengung zu trennen ist. Die Massen, die auf Fig. 17 rechts unten angedeutet sind, sind noch ein Rest der Molecularschicht des Gehirns, welche ursprünglich alle die kugligen Räume x. ausgefüllt hatte.

Im schärfsten Gegensatz mit der auf Fig. 17 abgebildeten übermässigen Entwicklung des subpialen Netzwerkes steht die geringe Ausbildung desselben an andern Stellen der Hirnrinde, wie sie auf Fig. 13 ebenfalls von der Oberfläche des Gehirns eines erwachsenen Kaninchens dargestellt ist. Die Balken des Netzwerkes f sind hier ganz fein und gradlinig oder schwach gekrümmt. Sie formiren ziemlich regelmässige Maschen und schneiden sich dabei meist in etwas stärker markirten punktförmigen Knotenpunkten (nicht in breiten Platten, wie in Fig. 8). Die Kerne k, welche ausser den Fasern f und den Knotenpunkten x noch auf Figur 13 gezeichnet sind, gehörten entweder der Pia oder den obersten Gehirnschichten an. Jedenfalls konnten sie in keine bestimmte Beziehung zu dem subpialen Netzwerk gebracht werden.

Die Balken des subpialen Netzwerkes verbinden sich in ähnlicher Weise wie die Stiffasern mit der Grundsubstanz der Pia. Sie entspringen nämlich meistens mit dreieckigen oder kegelförmigen Verbreiterungen (Fig. 14 x.) oder sie lösen sich auch in 3 oder 4 Ursprungsfäden auf, welche gesondert von der Pia oder der Lymphadventitia eines Gefässes abgeben (Fig. 14 y. Fig. 6 f.<sup>1</sup>).

Das subpiale Netzwerk dient den Stiffasern ebenso zur Ursprungsstelle, wie es vorhin von der Pia selbst geschildert worden ist. Die Stiffasern verhalten sich in beiden Fällen ganz gleich, nur mit dem Unterschiede, dass sie, wenn sie von der Pia entspringen, in der Regel

länger unverzweigt bleiben, während diejenigen, die von dem subpialen Netzwerk ihren Ursprung nehmen, meistens schon nach kurzem Verlaufe sich verzweigen oder abgerissen aufhören. Auch an den subpialen Stifffasern sitzt ein feines bindegewebiges Netzwerk, in dessen Maschen nicht selten Gebilde ähnlich den Spinnenzellen der Autoren, wenn auch nicht ganz deutlich zu erkennen sind.

Das Verhältniss der Stifffasern zu den Gefässen verdient noch eine kurze Berücksichtigung. Ebenso wie die Stifffasern sich von der Unterfläche der Pia oder auch von den an der Unterfläche der Pia gelegenen stärkeren bindegewebigen Netzen erheben können, ebenso vermögen sie auch von der Lymphadventitia der Gefässe ihren Ursprung zu nehmen. Besonders schön sieht man dies in Fig. 5. Es bezeichnet *c* die Capillaren, *l* die Lymphadventitia derselben, *f* sind die Stifffasern, die sich in dem von den Capillaren freigelassenen Raum bei *s* netzförmig verbinden. Eine dem analoge Bildung zeigt Fig. 6. Um eine aus einer grösseren Vene (*v.*) entspringenden Capillare (*c.*) schlägt sich eine Faser (*f.*<sup>1</sup>) von etwas stärkerem Caliber, die von der Lymphadventitia (*l.*) ihren Ursprung mit 3 Füsschen nimmt. Ein Kern und eine weitere Verästelung ist an ihr nicht zu erkennen. Neben dieser starken Faser *f.*<sup>1</sup>), die nicht den Stifffasern, sondern dem subpialen Netzwerk angehört, sieht man noch feine Stifffasern (*f.*) von der Pia (*p*) abgehen.

Die Lymphtrichter der Blutgefässe geben nicht nur seitlich die Stifffasern ab, es macht auch manchmal ganz den Eindruck, als ob sie sich direct in solche aufzulösen vermöchten. Ein derartiges Bild ist Fig. 3 wiedergegeben. Die Lymphadventitia *l* einer Capillare, aus der das Blutgefäss selbst ausgerissen war, faserte sich bei *f* plötzlich in einer Menge feiner Fäden auf, die durch ihre Theilung und Verbindung ein Netzwerk bei *s* formiren, das ganz dem Netzwerk gleicht, das an anderen Orten von den feinen Verzweigungen der Stifffasern gebildet wird.

Die Maschen des Netzwerks bei *s* sind länglich rhombisch und schon sehr fein. Sie zerfasern sich noch einmal in ganz feine kurze Endstücke, die nicht weiter verfolgt werden konnten. Es sind hier nur 2 Möglichkeiten vorhanden, entweder kann die Lymphadventitia (Fig. 3 *l.*), aus der im Präparat die Blutcapillare herausgerissen war, sich selbst in diese feinen Fäserchen aufgelöst haben, oder aber es waren diese feinen Fäserchen gewöhnliche Stifffasern, welche der Lymphscheide von aussen aufsassan, und welche gerade an dieser

Stelle besonders gut erhalten blieben, während die weitere Fortsetzung des Adventitialtrichters mit seinen weitem Stiffasern selbst abgerissen ist. Ueber diese beiden Möglichkeiten wage ich vorläufig keine Entscheidung zu treffen.

Es ist bei der Beschreibung der Stiffasern bemerkt worden, dass dieselben meistens mit einem kleinen Basalkegel oder mit einer Art Auffaserung aus der Pia entspringen. Von den feinen Fasern, die von der Adventitia der Lymphcapillaren ihren Ursprung nehmen, sowie von denjenigen, welche den oben erwähnten subpialen starken Bindegewebsnetzen ansitzen, gilt dieses in vielen Fällen nicht. Sie entspringen oft ohne nennenswerthe Verbreiterung und haben gleich am Anfang ihr definitives Caliber (Fig. 5 f. Fig. 8 r.). Dass jedoch auch manchmal verbreiterte oder ausgefaserte Ursprünge vorkommen, sieht man Fig. 8 an manchen Stellen.

Was die Verbreitung der Stiffasern anbetrifft, so kann ich hierüber nicht genauen Aufschluss geben, da, um diese sicher zu stellen, eine Durchsuchung der ganzen Gehirnoberfläche auf hintereinander folgenden Schnitten mit starker Vergrösserung nothwendig ist, was ich nicht gethan habe. Immerhin habe ich die in Rede stehenden Bildungen beim Kaninchen auf der medialen und, wie es scheint, besonders reichlich auf der basalen Fläche der Grosshirnhemisphären, so wie auf der Oberfläche des vorderen Vierhügels gefunden. Auch an der Convexität scheinen sie vorhanden zu sein. Zur Demonstration derselben scheint sich am Meisten die Pia an der Basis des Grosshirns neben dem Chiasma zu empfehlen. Ob sie sich überall so zahlreich finden, dass man sicher ist, bei Wegnahme der Pia von einer beliebigen Stelle des Gehirns immer auf sie zu treffen, weiss ich nicht sicher zu beantworten; ebenso habe ich keine eigenen Untersuchungen über die Verbreitung derselben in der Wirbelthierreihe aufzuweisen.

Die Stiffasern sind schon von einer Reihe von Autoren gesehen worden. Deiters<sup>15)</sup>, Hess, Bergmann, F. E. Schulze<sup>7)</sup> u. Henle<sup>8)</sup> haben sie vom Kleinhirn beschrieben. (Deiters<sup>15)</sup> auch zum Theil vom Grosshirn.) Boll<sup>1)</sup> spricht von einer zusammenhängenden Lage sogenannter Pinselzellen (Gebilden, die meinen Stiffasern bis auf den Kern sehr ähnlich sind) an manchen Stellen der Oberfläche des Centralnervensystems. Kölliker<sup>16)</sup> findet im Centralnervensystem **ein Gerüst kernloser . . . . . vielfach unter einander verbundener Fasern und Bälkchen**. Stieda<sup>9)</sup> endlich ist ihr bester Beschreiber und hat sie bei Vertretern aller grossen Unterabtheilungen des Wirbelthierreichs gefunden.

Was das Vorkommen subpialer Netze anbetrifft, so kann ich sicher angeben, dass sie an vielen Stellen der Oberfläche zu sehen sind, am Leichtesten aber wieder an der Basis cerebri dicht unter dem Chiasma, also an der Unterfläche des Sehhügels gefunden werden. Sie sind, bisher nur von wenigen Autoren (Henle und Merkel<sup>8</sup>), Köl liker<sup>16</sup>), der von der Oberfläche des Markes stärkere bindegewebige Platten beschreibt) gesehen worden. Grosse Aehnlichkeit scheint mir das subpiale Netz mit denjenigen Bildungen zu haben, welche Schwalbe in seiner Anatomie des Sehnerven in Graefe u. Sämisch's Handbuch der gesammten Augenheilkunde (I. Band pag. 340) aus dem Innern des nervus opticus beschreibt und abbildet.

Es erscheint, vortheilhaft, die erwähnten feinem und gröberen Fasern und Netze einfach zu beschreiben und die Frage, in welcher Beziehung die Bindegewebszellen dazu stehen, vorläufig unerledigt zu lassen. Wollte man die Netze, welche ich in Vorstehendem, übrigens wie ich ausdrücklich nochmals bemerke, nur von der obersten Schicht des Gehirns beschrieben habe, auf das Schema anastomosirender Zellausläufer zurückführen, so müssen dagegen doch Bedenken erhoben werden. Die anatomische Schilderung kommt beim Generalisiren immer zu kurz, während man doch bei einer so schwierigen Frage, wie die nach der Natur der Binde-substanzen im Centralnervensystem nur durch die Aufdeckung möglichst vieler Details ins Klare zu kommen hoffen darf.

Das Gesagte lässt sich dahin resumiren, dass in der grauen molecularen Schicht des Grosshirns von Kaninchen und Meerschweinchen an den meisten (vielleicht an allen?) Stellen ein Netzwerk feiner bindegewebiger Fasern (s. g. Stiffasern) vorhanden ist, welche theils von der Unterfläche der Pia direct, theils von der Lymphadventitia der Gefässe, theils von netzförmig verbundenen Bindegewebsbalken und Platten (dem sog. subpialen Netzwerk) an der Unterfläche der Pia ihren Ursprung nehmen. Ob auch die Lymphadventitia der Capillaren sich manchmal direct in Bindegewebsnetze auflöst, bleibe dahingestellt. Die Stiffasern bestehen in der Regel aus einem membranösen Basalkegel und einem darauf sitzenden langen Stiele. Anstatt mit einem geschlossenen Basalkegel kann die Stiffaser auch bloss mit mehreren feinen Ursprungsfäden entspringen, die auf der Unterfläche der Pia sich kegelförmig ausbreiten, oder endlich kann sie auch ganz direct und ohne jede Verbreiterung und Ausfaserung von der Pia abgehen. Die Stiele der Stiffasern dienen zur Befestigung eines ganz feinen bindegewebigen Netzes, das seitlich ihnen aufsitzt. Man kann diese

Netze auch als Verzweigungen der Stifffasern auffassen, wenn man nur dabei im Auge behält, dass trotz Abgabe der Verzweigungen die Stifffasern selbst, soweit sie verfolgt werden konnten, nicht wesentlich an Caliber verlieren. Das von den Stielen der Stifffasern und von ihren Verzweigungen gebildete Netzwerk muss nothwendigerweise in der grauen molecularen Hirnrinde liegen. An derselben Stelle ist auch bekanntlich ein feines Netzwerk nervöser Natur gelegen. (Nach Gerlach<sup>13</sup>), Boll<sup>11</sup>) und *mutatis mutandis* Rindfleisch<sup>14</sup>). Es muss mithin dieses Netzwerk nervöser Natur mit dem Netzwerk bindegewebiger Natur interferiren.

---

Ich reihe an die vorstehende kurze Bemerkung über das Bindegewebe der oberflächlichen Gehirnschicht noch ein paar Worte an, die die Frage betreffen, ob die dicht unter der Pia gelegene Schicht grauer molecularer Gehirnmasse aus nebeneinander gelegenen Zellen gebildet sei oder nicht.

Fig. 9 stellt die Basis der Pia von unten gesehen dar, wie sie der cerebralen Oberfläche dicht anliegt (Boll<sup>11</sup>). Man sieht zahlreiche ovale Kerne (k.), die in der Grundmasse eingestreut liegen. Ihr Längsdurchmesser beträgt ca. 12  $\mu$ ., ihr Querdurchmesser ca. 8  $\mu$ .. Sie stehen ungefähr 12  $\mu$ . auseinander. Jeder Kern (Fig. 10 B.) zeigt eine dunkle scharf contourirte Umrandung und einen hellen Inhalt, in dessen Mitte sich zahlreiche dicht gestellte dunkle Kernkörperchen finden. Letztere bilden zusammen einen compacten, länglichen, genau im Centrum des Kernes gelegenen Körper, der bei der Ansicht von oben aus ca. einem bis 2 Dutzend Kernkörperchen zusammengesetzt ist (Fig. 10 B.). Nicht selten zeigen auch die Kernkörperchen eine andere Beschaffenheit. Es findet sich nämlich in einem grossen Kern ein kleineres kugliges Bläschen, das 4 kleine, regelmässig um 90° abstehende Verdickungen an seiner Peripherie trägt (siehe Fig. 10 C.). Manchmal stehen aber auch die Kernkörperchen ganz unregelmässig. Die Erscheinungen am Kern sind neuerdings besonders von Eimer<sup>5</sup>) an Schlangeneiern (Max Schulze's Arch. Bd. VIII.) u. von Auerbach<sup>6</sup>) (organologische Studien) studirt und beschrieben worden, weshalb ich hier nicht weiter auf dieselben eingehe. Ein Theil der oben beschriebenen Kerne gehört unstreitig den endothelialen Zellplatten an, aus welchen nach den bahnbrechenden Untersuchungen von Schwalbe und von Key & Retzius<sup>17</sup>) die Pia zusammengesetzt ist. Es ist aber fraglich, ob alle Kerne



diese Bedeutung haben, oder ob nicht einigen derselben eine andere Bestimmung zukommt (abgesehen von der schon oben besprochenen Möglichkeit, dass auch die Basalkegel der Stiff Fasern kernführend sind). Es finden sich nämlich Kerne, die sonst ganz ebenso beschaffen sind, wie die übrigen Piakerne, die aber von einer eigenthümlichen feinen molecularen Masse, mindestens dem Anscheine nach, an allen Seiten umhüllt sind. Letztere gehört evident schon der grauen molecularen Rindenschicht der Gehirns substanz an, und ist offenbar bei der Präparation auf der Pia mechanisch zurückgeblieben. Befindet sich nun ein Kern genau im Centrum einer solchen molecularen Masse, wie in Fig. 9 bei L, so kann der Anschein hervorgerufen werden, als handle es sich um kernhaltige Zellen, welche der Unterfläche der Pia aufliegen und die oberste Gehirnschicht darstellen. Es kann der Gedanke, dass in der That die oberste Lage der grauen molecularen Rindenschicht des Gehirns durch den Zusammenfluss einzelner kernhaltiger Zellen gebildet werde, nicht unbedingt zurückgewiesen werden, besonders da es an Macerationspräparaten nicht selten gelingt, zahlreiche derartige Gebilde vollkommen isolirt aus den oberflächlichsten Schichten der grauen molecularen Massen darzustellen. Ich habe in Figur 10 A. ein derartiges Object abzuzeichnen versucht. Man sieht ziemlich scharf begrenzte kernhaltige Zellen (l.) einem zierlichen subpialen bindegewebigen Netzwerk (n.) aufliegen, das in einer tiefer gelegenen Ebene in die Grundsubstanz der Pia übergeht. Das Protoplasma der Zellen auf Fig. 10 A besteht aus derselben feinkörnigen Masse, aus welcher auch die graue Rindenschicht selbst zusammengesetzt ist. Ein einzelnes ganz isolirt gelegenes derartiges Gebilde zeigt Fig. 10 d. Es hatte eine platte Gestalt, unregelmässig viereckige Conturen, das Protoplasma war etwas heller, wie das der meisten der in Fig. 10 A. abgebildeten Zellen, und schien mehr aus ganz dicht nebeneinander gelegenen kleinen Bläschen zu bestehen, während dasjenige der in Fig. 10 A. abgebildeten Zelle mehr aus festen Körnchen von zweierlei Grösse gebildet schien, und im Ganzen etwas dunkler war. Der Kern der Zelle (Fig. 10 D.) zeigte eine doppelte Contur und zwar eine äussere dunklere, und eine innere hellere. In seinem hellen Inhalte waren viele Kernkörperchen von wechselnder Grösse unregelmässig verstreut.

So sehr derartige Bilder auch dafür sprechen, dass die oberste Schicht der Gehirns substanz aus einer zusammengefloßenen Lage kernhaltiger Zellen gebildet sei, deren Protoplasma die granulirte Substanz darstellt, so möchte ich doch auf blosser Macerationspräparate hin diese Hypothese nicht formuliren. Denn es ist manchmal nicht leicht

zu entscheiden, ob die in den erwähnten zellenartig aussehenden Gebilden (Fig. 9 l. u. Fig. 10 A. l.) gelegenen Kerne wirklich der Molecularschicht angehören, oder ob sie nicht Bindegewebskerne der darüber gelegenen Pia sind. Ferner aber findet man auch sehr häufig Stellen, wo, wie bei m. in Fig. 9 zellartig begrenzte Protoplasamassen an der Unterflache der Pia vorhanden sind, ohne dass in ihnen Kerne zu entdecken wären. Auch Schnittpräparate geben keinen ganz sichern Aufschluss. Man findet allerdings nicht selten gerade unter der Pia an der obersten Gehirnlage eine sicher dem Gehirn angehörige kernhaltige Zelle in der grauen granulirten Substanz gelegen (Fig. 7 r.), aber dieser Befund ist zu spärlich und in den meisten Fällen gelingt es bei genauem Zusehen auf diesen Punkt hin nicht wirklich kernhaltige Zellen in continuirlicher Lage, die sicher dem Gehirn angehören, dicht unter der Pia zu erblicken. Man könnte nun den Einwand machen, dass hier an vielen Stellen die Zellen zusammengefloßen seien, und dass dann später die Zellen ihre Kerne verloren hätten. Doch würde damit implicite zugegeben sein, dass keine continuirliche Lage von wirklichen echten kernhaltigen Zellen an der Gehirnoberfläche des erwachsenen Thieres zu entdecken ist.

Es mögen hier noch einige Beobachtungen Platz finden, die den Bau der die Piasubstanz durchsetzenden Bindegewebefibrillen betreffen, und die meines Wissens nach noch nirgends besonders hervorgehoben sind. Die feine endotheliale Membran, welche die der Gehirnoberfläche unmittelbar aufliegende Pialschicht zusammensetzt (Fig. 9 p.), ist von überaus zahlreichen sehr zarten Fasernetzen durchsetzt. Drehrunde Fibrillen feinsten durchaus gleichbleibenden Calibers, die vollkommen gradlinig und unverzweigt verlaufen, durchflechten sich zu überaus zierlichen Netzen. Die Figur 9 giebt nur eine schwache und schlechte Vorstellung von dem Character derselben, da es nicht möglich ist, dem Gewirre der feinen Linien, von denen die oberflächlichste Deckschicht der Pia durchsetzt ist, mit dem Bleistift nachzukommen. Das Auge, welches versucht, die Linien festzuhalten, ermüdet und man muss sich begnügen, den ungefähren Character wiederzugeben. Eigens darauf gerichtete Untersuchungen\*) von Schwalbe, Key und Retzius und von mir haben ergeben, dass dieses System

---

\*) Man siehe hierüber Schwalbe zur Anatomie des Auges, „Max Schultze's Archiv B. 6.“ Key und Retzius, Studien in der Anatomie des Nervensystems, Max Schultze's Archiv B. 9“ und meine eigene kleine Arbeit „zur Histologie des Bindegewebes.“ Wiener med. Jahrbücher 1874.

feiner Linien in den oberflächlichsten Schichten (meinen sogenannten „serösen Deckmembranen“) sehr vieler, wenn nicht aller bindegewebiger Häute gelegen ist. Da es somit nichts der Pia besonders Zukommendes darstellt, so soll weiter hier über dasselbe nicht gehandelt werden, und muss nur bemerkt werden, dass auf allen Figuren der beifolgenden Tafel, auf denen die Pia in der Flächenansicht gezeichnet ist, dieses feine bindegewebige Netz ebenfalls wiedergegeben worden ist.

Ausser diesen feinen Fasern machen sich aber in der Pia noch Fibrillensysteme wesentlich anderen Characters bemerkbar (Fig. 9 e.). Sie sind ebenfalls in der Substanz der Pia gelegen, aber sie sind weit stärker, verlaufen durchaus nicht immer geradlinig, verbreitern sich meistens an ihren Verbindungsstellen zu wirklichen Platten und haben überhaupt in ihrem Verlaufe sehr wechselnde Durchmesser. In ihrem ganzen Habitus zeigen sie am Gehirn, namentlich da, wo sie recht stark ausgebildet sind, die grösste Aehnlichkeit mit den auf den vorstehenden Seiten beschriebenen subpialen Netzen (man vergleiche besonders Fig. 9 e. mit Fig. 8.) Da über letztere schon weitläufig gehandelt ist, so brauche ich über die ihnen analogen Verstärkungszüge in der Pia selbst Nichts mehr hinzuzufügen. Anders aber gestalten sich die starken Planetze da, wo, wie am Rückenmarke, nicht mehr eine mannigfaltig gekrümmte, sondern eine ziemlich regelmässig cylindrische Oberfläche von der Pia überzogen wird, oder wo dieselbe, wie in der *Fissura longitudinalis medullae spinalis* als eine gerade ganz senkrecht stehende Platte erscheint. Hier wird das an der Gehirnoberfläche mehr unregelmässige Netz zu einem geordneten, hat aber auch hier wieder einen so verschiedenartigen Character, dass es schwer, wenn nicht unmöglich ist, eine zusammenfassende Beschreibung zu geben, und verweise ich, um die Variationen in dem Character der in der Pia des Rückenmarks eingewebten Verstärkungsbänder zu zeigen, auf meine Fig. 18, 19 u. 20. Fig. 18 giebt ein Stück der Rückenmarkshaut vom Kaninchen bei schwacher Vergrösserung. v. ist die Vene, a. die Arterie, n. der gerade an der Stelle gelegene austretende Nerv. Man sieht in der Pia p., deren Kerne hier nicht gezeichnet sind, zahlreiche netzförmige Züge, manche nicht unähnlich den auf Fig. 15 u. 16 gezeichneten subpialen Balken. Die Züge strahlen von stärkeren Knotenpunkten (x.) aus, verbreiten sich wurzel- oder rankenartig in der Pia, in deren Grundsubstanz sie durch ihre Anastomosen ein polygonales oder rundliches Maschenwerk bilden. An gewissen Stellen, so an der in Fig. 18 mit y. bezeichneten, verbreitern sie sich zu Platten,

an anderen Stellen (bei z. in der Nähe der Vene v.) fließen sie in ein ganz feines engmaschiges Geflecht zusammen, in welches sich die Wurzelfäden der einzelnen Netze (z.) rankenartig auflösen. So wird die ganze Grundsubstanz der Pia von einem Maschenwerk stützender Bindegewebsbalken durchzogen, das überall von den zarten die Pia zusammensetzenden endothelialen Zellhäutchen überkeidet ist.

Ein Maschenwerk ganz andern Characters ist auf Fig. 19 abgebildet. Das Präparat stellt die das Rückenmark überkleidende Pia vom Wirbelkanal aus gesehen, dar und ist einem erwachsenen Kaninchen entnommen. Man sieht, wie die aus den Subarachnoidalräumen (x.) stammenden subarachnoidalen Balken (sa.) sich, an der Oberfläche der Pia p. angekommen, zu einem sehr zierlichen baumwurzelähnlichen Faserwerk auflösen (r.). Die Wurzelfäden breiten sich auf der Pia flächenhaft aus, und bilden ein eigenthümlich gekräuseltes Maschenwerk, in dessen Zwischenräumen die durch ihre Kerne (k.) angedeuteten Endothelzellen der Pia gelegen sind.

Das Network der die Pia durchsetzenden Bindegewebsfibrillen stärkeren Calibers ist nicht immer so rankenartig gekrümmt, es giebt auch Stellen, wo die starken Bindegewebsnetze in der Grundsubstanz der Pia mehr gradlinig verlaufen, so z. B. an den sulci longitudinales des Rückenmarks. Fig. 20 stellt ein diesem Ort entnommenes Präparat dar. Man sieht die Pia p. von zahlreichen Lücken (l.) durchbrochen. Diese Lücken sind wohl Demjenigen analog, was man an anderen bindegewebigen Häuten Stomata nennt. In der Grundsubstanz befindet sich ein Netz starrer, fast gleich calibrirter grader Fasern. An gewissen Punkten (x.) kreuzen sich diese Fasern; diese Punkte fallen durch ihre dunklere Färbung auf. Im Allgemeinen verlaufen die Fasern radienartig von den beschriebenen Punkten aus nach allen möglichen Richtungen. Ihr gradliniger Verlauf und ihr gleichbleibendes Caliber nähert sie den feinen Liniennetzen, welche überall auf der Oberfläche der Pia, wie der andern bindegewebigen Häute gefunden werden, und welche auf Fig. 1, 2, 3, 5, 6, 8 abgebildet sind. Sie stellen in Fig. 20 nur eine stärkere Ausprägung dieser Netze dar. Andererseits aber werden sie wegen ihres starken Calibers in engerer Beziehung zu den Netzen auf Fig. 18 u. 19 gestellt werden müssen, von denen sie hauptsächlich nur dadurch differiren, dass sie weniger gekräuselt und gebogen sind. Es scheint demnach, dass diese Netze den Uebergang zwischen den ganz feinen Netzen, wie sie namentlich auf Fig. 9 abgebildet sind, und den ganz stark gebogenen, auf Fig. 18 u. 19 gezeichneten, vermitteln.

Das Gesagte lässt sich dahin zusammenfassen, dass in der Substanz der die Gehirnoberfläche unmittelbar überkleidenden Pia-lamelle, neben den endothelialen Zellplatten, noch bindegewebige Faseretze zweierlei Calibers gelegen sind. Das eine Netz wird von sehr feinen starrfasrigen, durchaus gleichcalibrierten Fibrillen gebildet und gleicht ganz denjenigen feinen netzartigen Zügen, die sich auf der Oberfläche fast aller bindegewebiger Ausbreitungen befinden. Das andere Netz besteht aus weit dickeren, häufig geschlängelt verlaufenden und zu Platten verbreiterten Bindegewebstrahlen. Zwischen beiden Netzformen scheinen Uebergänge zu existiren.

Berlin, den 19. März 1876.

---

### Literatur-Verzeichniss.

1. Boll. Die Histologie und Histogenese der nervösen Centralorgane Arch. für Psychiatrie. IV. Band.
2. Schwalbe. Artikel Sehnerv und Retina, in von Graefe und Saemisch, Handbuch der Augenheilkunde, wo auch Schwalbe's frühere Arbeiten citirt sind
3. Eichhorst. Ueber die Entwicklung des menschlichen Rückenmarks und seiner Formelemente. Virchow's Archiv, B. 61.
4. Krause. Handbuch der menschlichen Anatomie. Hannover 1876, I. B.
5. Eimer. Untersuchungen über die Eier der Reptilien. M. Schultze's Arch. B. VIII.
6. Auerbach. Organalogische Studien. I. B. Breslau.
7. F. E. Schultze über den feineren Bau des Gehirns. Rostock 1863.
8. Henle. Handbuch der systematischen Anatomie. Braunschweig 1871. III. B. II. Nervenlehre, wo ein Resumé der von Henle und Merkel gemeinschaftlich angestellten und im 34. B. der Zeitschrift für rationelle Medicin veröffentlichten Untersuchungen über das Gehirnbindegewebe enthalten ist.
9. Stieda. Studien über das centrale Nervensystem der Wirbelthiere, 1870, und eine Reihe von Arbeiten über das Centralnervensystem von Vertretern verschiedener Wirbelthierclassen, die meistens in Siebold u. Köllicker's Zeitschrift veröffentlicht worden sind.
10. Jastrowitz. Studien über die Encephalitis und Myelitis des ersten Kindesalters. Archiv f. Psychiatrie II. 1870. III. 1871.
11. Golgi. Contribuzione alla fina Anatomia degli Organi Centrali del sistema nervoso. Rivista Clinica November 1871.

12. Gudden. Ueber ein Microtom. Arch. für Psychiatrie. 1874.
13. Gerlach. Ueber die Structur der grauen Substanz des menschlichen Grosshirns: Vorläufige Mittheilung. Centralblatt für die med. Wissenschaft 1872.
14. Rindfleisch. Zur Kenntniss der Nervenendigung in der Hirnrinde. M. Schultze's Arch. f. micr. Anat. VIII.
15. Deiters. Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugethiere. Herausgegeben und bearbeitet von M. Schultze. 1865.
16. Köllicker. Gewebelehre, V. Aufl.
17. Key und Retzius. Studien in der Anatomie des Nervensystems. Max Schultze's Archiv Bd. 9.

### Figuren-Erklärung.

(Taf. I und II).

Figur 1. Cerebrale Fläche der Pia mit davon abgehenden Stifffasern von einem erwachsenen Kaninchen nach der im Text beschriebenen Methode angefertigt, Schieck Ocular o, Objectiv 7, eingescho-bener Tubus. p. cerebrale Unterfläche der Pia. Man sieht die die Piasubstanz durchziehenden feinen Fasernetze x. k. sind die Kerne der Endothelien der Pia. v. ist ein Gefäss, f. sind die Stifffasern, welche sich von der Unterfläche der Pia er-heben, um entweder schräg oder gerade in die Gehirnsubstanz einzudringen.

Figur 2. 2 Stifffasern von der Unterfläche der Pia aus dem Gehirn eines erwachsenen Kaninchens bei starker Vergrösserung, Kraft u. Seybert. Objectiv 7 à Immersion Ocular 1.

- p. Unterfläche der Pia mit feinen Liniennetzen und dem Kern einer Endothelzelle k<sup>1</sup>.
- b. Füsschen der Stifffasern.
- k. Kernartige, in einem Füsschen liegende Masse, von der es fraglich ist, ob sie der Stifffaser selbst oder den Endothelien der Pia angehört.
- s. Feine Faserung an der Oberfläche der Füsschen der Stifffaser, von der es wahrscheinlich ist, dass sie auf Faltung der membranösen Substanz der Stifffaser und nicht auf einer wirklichen Auffaserung beruht.
- r. Feine Fasernetze der Pia, wie sie sich auf der Ober-fläche sehr vieler bindegewebiger Membranen finden.
- f, u. f<sup>1</sup>. Stifffasern,
- l. Feiner Faden, vielleicht nervöser Natur? der sich um die Stifffaser f<sup>1</sup>. herumschlägt und so eine Veräste-lung vortäuschen kann.

- i. Ein der Stiffaser f<sup>1</sup>. anliegendes Gebilde, das den Spinnenzellen der Autoren nicht unähnlich zu sein schien, und das zum Theil von der grauen molecularen Masse verdeckt, daher nicht deutlich zu sehen war.

Figur 3. Unterfläche der Pia mit einer davon abgehenden stark verästelten Bindegewebsfaser und einer Auflösung der Lymphadventitia einer Capillare in ein feines bindegewebiges Netz. Kraft und Seybert. Objectiv 5, Ocular I.

- g. starre Faser, wahrscheinlich den Stiffasern gleichwerthig, die sich bei g<sup>1</sup>. pinselförmig in die Substanz der Pia p. auflöst.
- k. Gebilde, das möglicherweise mit einem in dem Verlaufe der Faser eingeschalteten Kern verglichen werden könnte.
- h. Feine in schräger Richtung von der Stiffaser resp. dem Stiele der Pinselzelle abgehende Bindegewebsfäserchen, welche sich zu einem Netzwerk vereinigen, dessen Maschen stellenweis einige Aehnlichkeit mit dem annehmen können, was von den Autoren als Spinnenzellen (i.) beschrieben wird.
- l. Lymphtrichter einer Capillare, die sich bei f. in ein feines Fasernetz auflöst. Letzteres theilt sich bei s noch einmal.
- p. Pia.
- v. Blutgefässe.

Figur 4. Stiffasern, wie sie sich bei einem Querschnitt durch die Gehirnrinde als feine von der Pia entspringende und in das Gehirn eintretende Fasern markiren. Das Präparat ist der medialen Fläche der Grosshirnhemisphären von einem erwachsenen Kaninchen entnommen. Nur die von der Pia einstrahlenden Stiffasern und subpialen Balken sind gezeichnet, während die graue moleculare Gehirnmasse nicht wiedergegeben ist. Kraft und Seybert, Ocular I. Objectiv V.

- x. stellt den Raum dar, in den beim Menschen die Hirnsichel eintaucht.
- p. Innenfläche der Pia der linken Hirnhemisphäre.
- p<sup>1</sup>. " " " rechten " "
- f. u. f.<sup>1</sup> Stiffasern.
- c. Die kegelförmigen Basalfüsschen mancher Stiffasern.
- h. Theilungsstelle der Stiffasern.
- k. u. k<sup>1</sup>. Kerne im Verlaufe der Stiffasern, von denen man nicht sicher sagen kann, ob sie wirklich den Stiffasern angehören oder ob sie nicht blos über dieselbe gelagert sind.
- f<sup>2</sup>. Starke Faser aus dem bindegewebigen subpialen Netz mit einem an ihrer Theilungsstelle gelegenen

Kern k<sup>2</sup>., von dem es ebenfalls fraglich bleibt, ob er der subpialen Faser wirklich angehörte oder darüber gelagert war.

Figur 5 u. 6 zeigt den Ursprung der Stiffasern aus der Lymphadventitia der Gefässe. Das Präparat ist einem Gefässe entnommen, das in der obersten Gehirnschicht ziemlich nahe der Pia gelegen war (vom erwachsenen Kaninchen). Kraft und Seybert, Ocular I. Objectiv V.

- c. Die Capillare.
- l. Die Lymphadventitia derselben.
- v. Vene.
- p. Von unten durchschimmernde Pia mit feinen Fasernetzen.
- f. Stiffaser, die bei s. Netze bilden.
- f<sup>1</sup>. Faser stärkeren Calibers aus dem subpialen Netzwerk.

Figur 7. Pia von der seitlichen Umgrenzung des vorderen Vierhügels. Schnittpräparat vom erwachsenen Kaninchen. Nur die von der Pia einstrahlenden Stiffasern und subpialen Balken sind gezeichnet, während die graue moleculare Gehirnmasse nicht wiedergegeben ist. Kraft u. Seybert, Ocular I. Objectiv V.

- f. Stiffaser.
- p. Oberfläche der Pia.
- g. Ursprungskegel starker subpialer Balken aus der Pia p.
- x. Besonders regelmässige Maschen, gebildet durch die Netze der Stiffasern.
- f<sup>1</sup>. und f<sup>2</sup>. Stärkere bindegewebige Fasern aus dem subpialen Netzwerk.
- r. eine kernhaltige, der grauen granulirten Substanz angehörige Zelle, die dicht unter der Pia gelegen war.

Figur 8. Pia von der Oberfläche des Gehirns an einer Stelle, wo sich dieselbe etwas vom Gehirn retrahirt hatte (vom erwachsenen Kaninchen). Kraft u. Seybert Ocular I. Objectiv V.

- a. Arterie.
- v. Vene.
- l. Lymphadventitia.
- s. Bindegewebige Horizontalzüge des subpialen Netzwerkes an der Unterfläche der Pia, welche sich an manchen Stellen zu wirklichen Platten (s.) verbreitern.
- r. Stiffasern.
- u. Feines an den Stiffasern ansitzendes Netzwerk.
- x. Körnchen zwischen den feinen bindegewebigen Fäden.
- p. Die undeutlich von unten durchschimmernde Pia.
- x<sup>1</sup>. Ovale Maschen des starken bindegewebigen Netzwerkes.



- y. Rhombische Maschen.
- z. Dreieckige Masche mit abgerundetem Winkel.
- z<sup>1</sup>. Sehr kleine dreieckige Masche.

Figur 9. Pia vom erwachsenen Kaninchen, von der Fläche und vom Gehirn her gesehen. Schieck, Ocular 0 Objectiv 7. a. T.

- k. Kerne der Endothelien der Pia.
- l. Stelle, an der ein Kern im Centrum einer zellähnlichen Anhäufung von grauer Molecularmasse des Gehirns gelegen ist.
- m. Stelle, wo eine zellartig begrenzte Protoplasmamasse an der Unterfläche der Pia gelegen war, ohne dass in ihr ein Kern zu entdecken war.
- p. Grundsubstanz der Pia, von zahlreichen sehr feinen Liniensystemen durchsetzt.
- e. Bindegewebsplatten und Balken stärkeren Calibers in der Ebene der Pia gelegen, dem subpialen Netzwerk sehr ähnlich.

Figur 10 A. Kernhaltige zellähnliche Bildungen (l.) liegen einem zierlichen subpialen Bindegewebsnetz (n.) auf.

Figur B. u. C. Kerne aus den Endothelzellen der Pia.

Figur 10 D. Einzelne isolirte Zelle, denen Fig. 10 A. gleichwerthig.

Figur 11. Subpiales Netzwerk starker bindegewebiger Balken von der Unterfläche des Gehirns eines erwachsenen Kaninchens. Schieck Ocular o. Objectiv 7. eingeschobener Tubus.

- x. Linker Theil der Figur, wo das subpiale Netzwerk ganz dicht ist.
- l. Bindegewebige Balken aus dem subpialen Netzwerk von feinerem Caliber.
- r. Stiftfasern.
- e. Starke plattenähnliche Verbreitung.
- a. Arterie.

Figur 12 Subpiales bindegewebiges Netzwerk aus den obersten Gehirnschichten eines erwachsenen Kaninchens. Kraft u. Seybert Ocular I, Objectiv 7 à Immersion.

- l. Bindegewebiger Balken schwächeren Calibers.
- e. Stellen, an denen man erkennt, dass in der homogenen, die bindegewebigen Platten und Balken des subpialen Netzwerks zusammensetzenden Masse einzelne feine Fasern quer und schräg verlaufen.
- n. Balken, an denen man erkennt, dass die Faserung besonders am Rande ausgeprägt ist, während die Mitte freier von Fasern wird.
- m. Stelle, an der die Balken zerrissen sind, und an der man die in die Zusammensetzung der Balken eingehenden Bindegewebsfibrillen ausstrahlen sieht.

Figur 13. Sehr feines subpiales der Oberfläche parallel und dicht unter derselben gelegenes Netzwerk aus den obersten Hirnschichten eines erwachsenen Kaninchens. Schieck. Ocular 0. Objectiv 7. a. T.

- f. Netz feinsten subpialen Balken.
- x. Die Knotenpunkte desselben.
- k. Kerne, entweder der Pia, oder den obersten Gehirnschichten angehörend, ohne bestimmte Beziehung zu dem subpialen Netz.

Figur 14. Schnitt durch die Hirnrinde nebst anhaftender Pia an der Basis cerebri neben dem Chiasma nervi optici vom erwachsenen Kaninchen. Nur die von der Pia einstrahlenden Stiftfasern und Balken sind gezeichnet, während die graue moleculare Gehirnmasse nicht wiedergegeben ist. Kraft u. Seybert. Ocular I. Objectiv 5.

- f. u. f<sup>1</sup>. Stiftfasern.
- p. Unterfläche der Pia.
- e. u. e<sup>1</sup>. Bindegewebige Fasern aus dem subpialen Bindegewebsnetze.
- k<sup>1</sup>. Kern im Knotenpunkte einer dem subpialen Netzwerk angehörigen stärkeren Bindegewebs-Verzweigung gelegen.
- n. stärkere bindegewebige Platte aus dem subpialen Netzwerk.
- k. kernähnliche Bildung, von der es fraglich blieb, ob sie zu den Bindegewebsplatten in Beziehung zu setzen war.
- x. Verbreiteter Fusspunkt der Balken des subpialen Netzwerkes.
- y. Stelle, wo ein subpialer Balken mit 3 Wurzelfäden entspringt.

Figur 15 u. 16. Subpiale Bindegewebsnetze aus dem Gehirn eines erwachsenen Kaninchens. Schieck. Ocular 0. Objectiv 7. a. T.

- y. starke Bindegewebsbalken.
- x. u. z. schwächere und schwächste.
- a. Arterie.
- o. Besonders geschlängelt verlaufende Balken.

Figur 17. Starke subpiale Bindegewebsnetze, die förmliche Septa in die Gehirnsubstanz hinein bilden. Schieck. Ocular 0. Objectiv 7. a. T.

- e. Bindegewebssepten und Theile des subpialen Netzwerkes.
- a. Arterie.
- v. Vene.
- x. Alveolen ähnliche Maschen, in denen die Gehirnsubstanz gelegen ist.
- n. Gehirnmasse, die am Isolationspräparat haften geblieben ist.
- p. Pia.

Figur 18. Pia des Rückenmarkes vom Kaninchen bei schwacher Vergrößerung. Die zelligen Elemente sind weggelassen, um die eigenthümlichen Figuren, welche die in der Membran gelegenen Bindegewebsnetze bilden, besser zur Anschauung zu bringen. Vom erwachsenen Kaninchen. Schmidt u. Haensch. Ocular I. Objectiv 1, 2, 3.

- v. Vene.
- a. Arterie.
- n. Der gerade an der Stelle gelegene austretende Nerv.
- p. Maschen zwischen den verstärkenden Bindegewebsfasern.
- x. Knotenpunkte, von denen verstärkende Bindegewebszüge sich geschlängelt und rankenartig nach allen Richtungen hin ausbreiten. Sie fliessen bei y zu breiteren Platten und bei z zu einer an die Vene v sich ansetzenden Haut zusammen.

Figur 19. Pia vom Rückenmarke eines erwachsenen Kaninchens vom Wirbelkanale gesehen. Schieck Ocular 0. Objectiv 5. a. T.

- x. Subarachnoidal-Räume.
- s. a. Subarachnoidal-Balken.
- r. Baumwurzelnähnliches Faserwerk, das sich auf der Pia p. flächenhaft ausbreitet.
- k. Kerne der Endothelien der Pia.

Figur 20. Pia aus dem sulcus longitudinalis des Rückenmarks vom erwachsenen Kaninchen. Schieck Ocular 0. Objectiv 7.

- p. Pia.
- l. Lücken darin, die vielleicht den Stomata analog sind.
- n. austretender Nerv.

x. Knotenpunkte für die in der Pia gelegenen Faserzüge.

Figur 21. Querschnitt der Pia u. Arachnoidea von der Gehirnoberfläche vom erwachsenen Kaninchen. Schieck Ocular 0. Objectiv 7. a. T.

- p. Contur der Pia gegen die hier nicht gezeichnete Gehirnmasse hin.
- g. Quergetroffenes grösseres an der Pia horizontal verlaufendes Gefäss, das durch seine Prominenz einen halbkreisförmigen Eindruck an der Gehirnoberfläche bewirkt.
- n. Eine Faser aus dem subpialen Netzwerk in der grauen molecularen Rindenschicht gelegen.
- l. Lymphräume zwischen den subarachnoidalen Balken.
- s. a. subarachnoidale Balken.
- a. oberstes Blatt der Pia (sogenannte Arachnoidea der Autoren).
- g<sup>1</sup>. In das Gehirn eindringendes Gefäss.

Fig. 1.

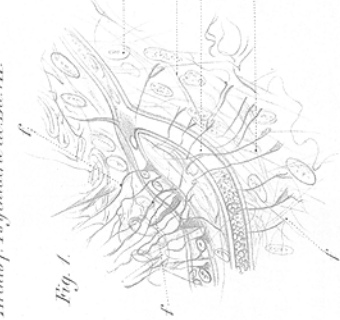


Fig. 2.

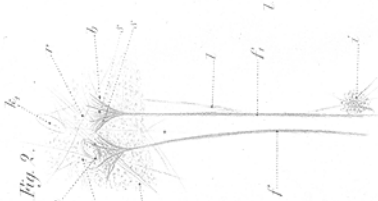


Fig. 3.

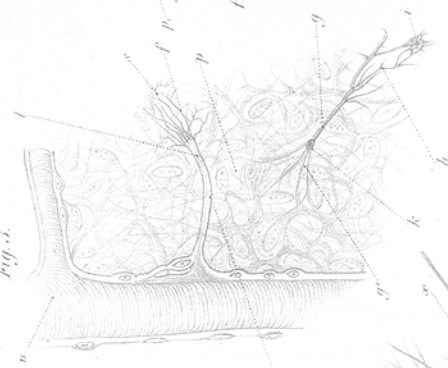


Fig. 4.

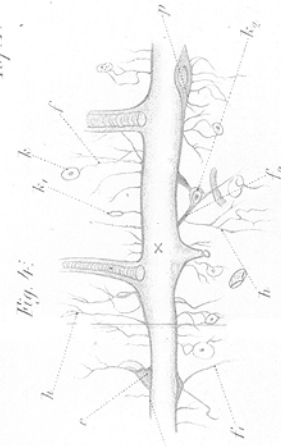


Fig. 5.

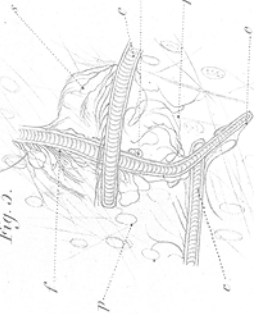


Fig. 7.

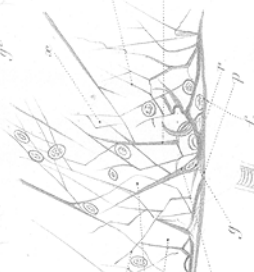


Fig. 10 A.

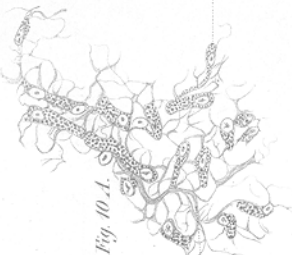


Fig. 10.



Fig. 6.

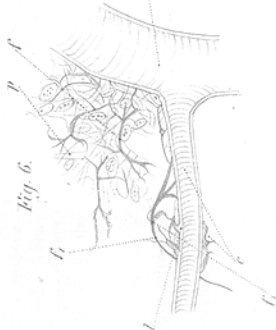


Fig. 9.

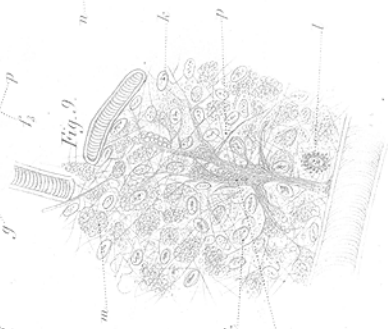
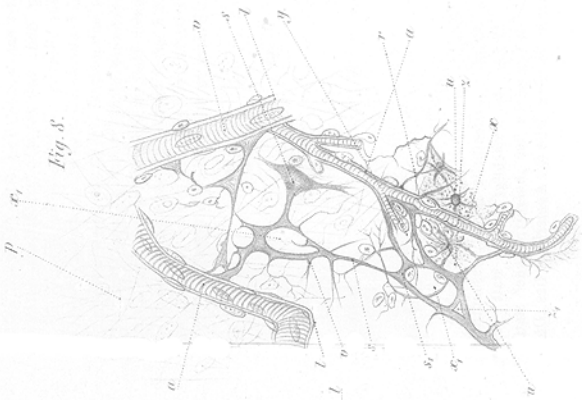


Fig. 8.



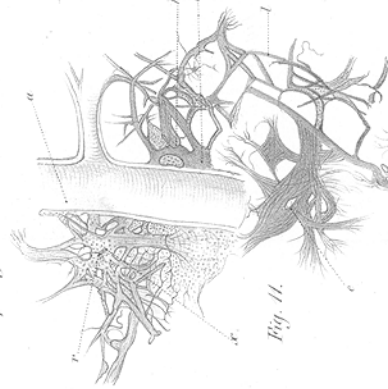


Fig. 11.

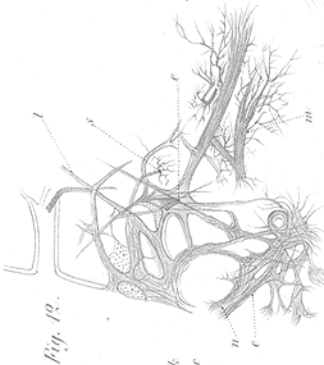


Fig. 12.



Fig. 13.

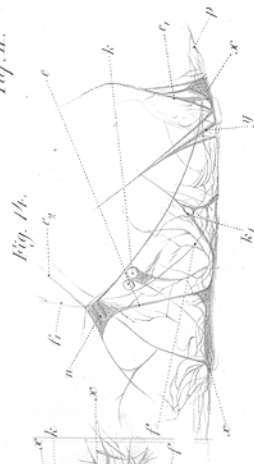


Fig. 14.

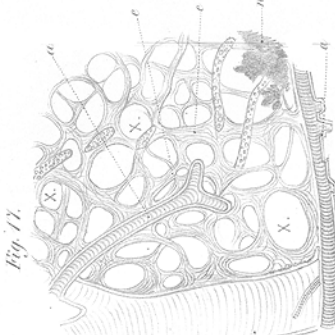


Fig. 15.

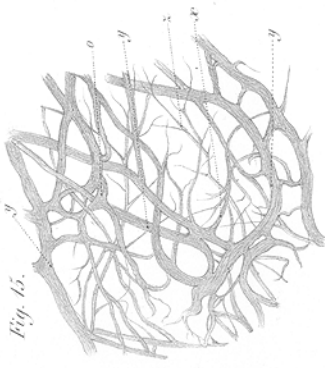


Fig. 16.

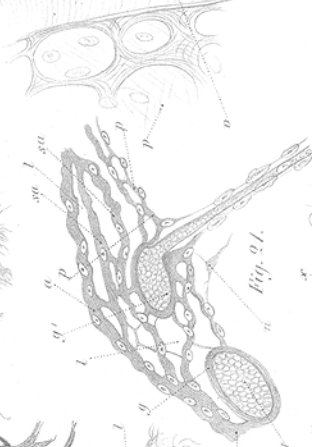


Fig. 17.



Fig. 18.

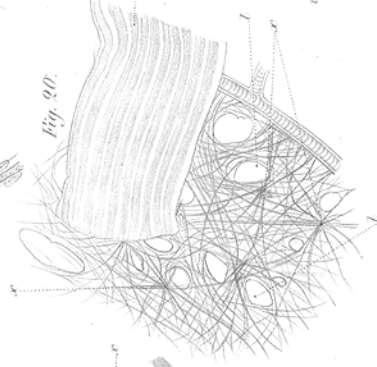


Fig. 19.

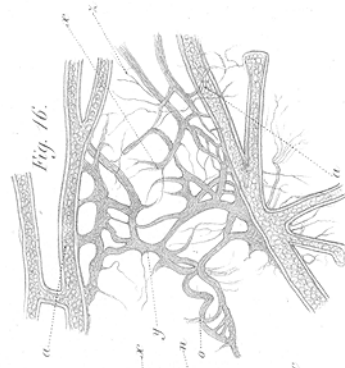


Fig. 20.

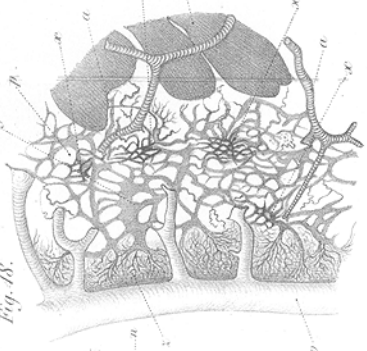


Fig. 21.

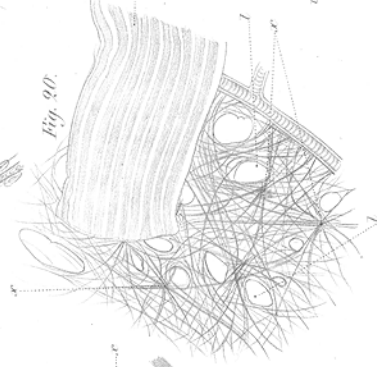


Fig. 22.

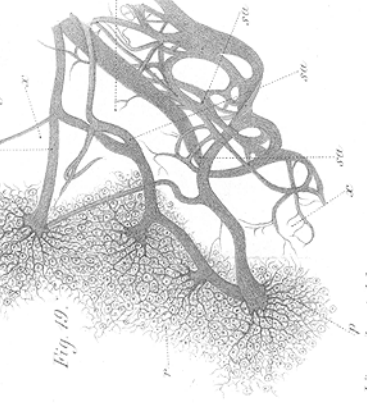


Fig. 23.