© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ueber Bindegewebe.

Von

Professor **C. Bruch** in Basel.

Die Frage nach der Structur und Bedeutung des Bindegewebes, die nun schon über ein Decennium auf der histologischen Tagesordnung steht und schon so oft eine endgültige Lösung erhalten zu haben schien, ist hauptsächlich dadurch eine verwickelte geworden, dass man dasselbe in neuerer Zeit mit anderen Geweben, namentlich dem Knorpel und Knochen, in eine nähere Beziehung gebracht, ja geradezu von einer Identität derselben gesprochen hat. Denjenigen, welche den Verhandlungen darüber mit Aufmerksamkeit gefolgt sind, kann es nicht entgangen sein, dass die meisten Schriftsteller seit *Schwann* von der Betrachtung des fertigen Gewebes ausgegangen sind und die embryonalen Thatsachen entweder ganz bei Seite gelassen oder mehr als Nebenbehelfe bereits anderweitig gewonnener Ansichten benutzt haben. Es ist mehrfach ein Bestreben hervorgetreten, aus einzelnen mikroskopischen, chemischen und selbst mechanischen Merkmalen, Reactionen und Handgriffen weitgreifende Schlussfolgerungen zu ziehen und so gleichsam mit einem Sprunge über die in der Natur des Gegenstandes begründeten Schwierigkeiten hinwegzukommen. Manche Punkte von untergeordneter Bedeutung sind durch die Polemik unverhältnissmässig in den Vordergrund gezogen worden, ja man hat keineswegs überall die ursprünglichen Ausgangspunkte im Auge behalten, längstgekannte Dinge als neu und manche Autoren für Ansichten citirt, die sie in Wirklichkeit niemals vertreten haben.

So ist es nicht zu verwundern, dass Ansichten zu Tage getreten sind, die füglich nicht weiter auseinander gehen konnten, von der *Schwann*'schen Zellenmetamorphose bis zu derjenigen, welche dem Bindegewebe den Charakter eines «Gewebes» im Sinne der Zellenlehre ganz absprach. Nur über einen Punkt, nämlich über die Zellennatur der so-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

genannten Kernfasern, ist man, nachdem zuerst *Reichert* [1]), in neuester Zeit *Virchow* und *Donders* dieselbe vertheidigt haben, zu einer höchst erfreulichen Einigung gelangt und damit, dem Charakter unserer gegenwärtigen Epoche entsprechend, zu den einfacheren *Schwann*'schen Principien zurückgekehrt. Nicht so glücklich sind die Versuche ausgefallen, das eigentliche Bindegewebe, d. h. dasjenige, was nach Abzug der elastischen und Kernfasern in den sogenannten Bindegewebsformationen übrig bleibt, zu charakterisiren, und es ist namentlich die neueste Definition zuletzt bei einer Verallgemeinerung stehen geblieben, die weitere Aufschlüsse wünschenswerth macht.

Alle Beobachter seit *Schwann* haben übereinstimmend im fötalen Bindegewebe Zellengebilde und eine mehr oder minder mächtige Intercellularsubstanz angegeben; sie gehen aber auseinander in Bezug auf den Antheil, den sie diesen beiden Factoren an der Constituirung des fertigen Gewebes einräumen. *Schwann* war die gallertige Zwischensubstanz gewöhnliches Cytoblastem, welches von den Zellen, aus welchen er sowohl die Bindegewebs- als die elastischen Fasern entstehen läst, nach und nach aufgezehrt wird. *Henle* richtete sein Augenmerk auf die dem Bindegewebe fast überall beigemischten, von *Gerber* entdeckten und sogenannten Kernfasern; er kennt keine spindelförmigen und Büschelzellen [2]), wie sie *Schwann* beschrieb; die Kerne der anfänglichen Zellen würden zu Kernfasern, ehe die Zellen zu einer vollständigen Ausbildung gelangen; die Fibrillen und Bündel des Bindegewebes entstehen durch eine directe Zerfaserung der Zwischensubstanz, welche sich *Henle* aus verschmolzenen Zellenreihen entstanden denkt, denen die Kernfasern aussen aufliegen. Die Schwierigkeit dieser Darstellung verhehlte sich *Henle* nicht [3]), namentlich hinsichtlich der Spiralfasern, die mehrere Bündel und Kernfasern umwickeln; auch traf er Kerne, «welche noch einen Kern mit Kernkörperchen einschlossen». Bei *Henle's* Nachfolgern und namentlich bei den pathologischen Histologen, die sich ihm vorzugsweise anschlossen, wurde die Auffassung sehr bald eine entschiedenere; die sich zerfasernde Zwischensubstanz, die nach *Henle* wenigstens potentia verschmolzenen Zellmembranen entsprechen sollte, wird schlechtweg Blastem, Intercellularsubstanz, geronnener Faserstoff u. s. f. genannt [4]), und *Vogel* behauptete zuerst eine Faserung derselben ohne Betheiligung von Zellen und selbst Kernen; daneben wird aber auch mit Einstimmigkeit eine Faserbildung aus spindelförmigen Zellen, sowohl im Embryo als in pathologischen Neu-

[1]) Vergleichende Unters. S. 117 und schon früher im Jahresb. für 1844. CXCV.

[2]) Allgem. Anat. S. 379.

[3]) Ebend. S. 198 und 501.

[4]) S. meine frühere Darstellung: Diagnose der bösartigen Geschwülste. S. 289 ff.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bildungen statuirt, an welcher andere, mehr physiologische Histologen vorzugsweise festhalten. Vermittelnd, wie es schien, liess *Reichert* die eigentliche Bindegewebssubstanz aus einer Verschmelzung der Zellen (sammt den Kernen) mit der Intercellularsubstanz, die Kernfasern aber aus besonderen Zellen hervorgehen; er regte aber Alle gegen sich auf, indem er die nachträgliche Zerfaserung des so entstandenen (secundären) Blastems läugnete, — eine Behauptung, die allerdings nicht die Grundfrage des Bindegewebes ausmachten, die aber vollkommen geeignet war, die Gültigkeit unserer optischen Wahrnehmungen überhaupt in Frage zu stellen, und daher die angebahnte Verständigung aufs Neue zerriss. *Virchow* richtete später seine Aufmerksamkeit auf *Reichert's* allgemeine histologische Anschauung, namentlich auf die Aehnlichkeit und Uebergänge zwischen Knorpel- und Bindegewebe, und es musste wohl als ein sehr glücklicher Griff erscheinen, als er das letztere schlechtweg «als Intercellularsubstanz, die je nach Umständen homogen oder faserig sein könne», wie es von der Grundsubstanz der Knorpel, der ächten sowohl als der sogenannten Faserknorpel, hinreichend bekannt ist, die darin enthaltenen Zellengebilde aber als Elemente des elastischen Gewebes und weiterhin als Analoga der Knorpelzellen auffasste, eine Analogie, die von ihm dann weiter auch auf den Knochen ausgedehnt und seitdem bereits mehrfach auf pathologische Processe angewendet wurde. Die Einfachheit und Eleganz dieser Formulirung [1]) in ihrer Anwendung auf einem so umfangreichen Gewebscomplex, der vielfache continuirliche Zusammenhang derselben (*Reichert's* Continuitätsgesetz), vergleichende anatomische Thatsachen, die Vielen beifallen mussten (Stellvertretungen dieser Gewebe, Homologien nach *Owen*), endlich der gemeinsame chemische Charakter (Leimgebung) waren Empfehlungen genug, und es fehlte somit nur der einzige, freilich allein endgültig entscheidende, histogenetische Nachweis. *Virchow* selbst scheinen ziemlich frühe, mitten in dem raschen Ausbau seiner Theorie, Zweifel über die empirischen Grundlagen derselben aufgestiegen zu sein, die bei anderen Forschern um so weniger ausbleiben konnten.

Kölliker betrat wohl unter diesen Umständen den richtigen Weg, indem er auf den Embryo zurückging, und hier, gewiss merkwürdig genug, zu Resultaten gelangte, die ihn bestimmten, im Wesentlichen, namentlich für das sogenannte geformte Bindegewebe, zu den *Schwann*'schen Anschauungen zurückzukehren, von denen sich allerdings gerade *K.* stets am wenigsten weit entfernt hatte. Nur ein Theil der spindelförmigen Zellen, die alle Embryologen beschrieben haben, werden nach ihm zu elastischen Fasern, bei weitem den grössten Theil der Spindel- und Büschelzellen bildet Bindegewebe, in den Sehnen sogar «ohne

[1]) Würzb. Verhandl. Bd. II, S. 456.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nachweisbare Verbindungssubstanz» [1]). Ist dies richtig, so könnte es nicht als eine glückliche Auskunft betrachtet werden, wenn *Virchow* [2]) an die Stelle des «vielleicht präjudicirlichen» Ausdrucks Intercellularsubstanz eine Grundsubstanz unbestimmter Art setzt, von der er es dahin gestellt lässt, ob sie aus Zellen hervorgehe oder nicht. In dieser Allgemeinheit lässt sich die Definition ohne Zwang auf Gewebe der verschiedensten Art, namentlich embryonale, anwenden, indem man sein Augenmerk auf einzelne Zellengebilde richtet, die zwischen anderen Geweben oder Substanzen eingebettet sind (graue Gehirnsubstanz, Leber, Gefässdrüsen u. s. w.). Die Theorie legt in ihrem positiven Theil allen Nachdruck auf die Zellennatur der Kernfasern, die bereits von allen Seiten zugegeben ist, und lässt uns über die Bedeutung des eigentlichen Bindegewebes fortwährend in Ungewissheit. Wie man sich von der Uebereinstimmung desselben mit der Intercellularsubstanz der Knorpel und Knochen überzeugen soll, bevor jene Grundfrage beantwortet ist, ist nicht wohl einzusehen. Die Frage nach der Entstehung des Bindegewebes scheint mir vielmehr noch immer den eigentlichen Kern und Angelpunkt der Bindegewebsfrage auszumachen und ich glaube nicht, dass wir weiter kommen werden, bevor darüber umfassender angestellte und durchgeführte Untersuchungen vorliegen.

Was ich in dieser Sache mitzutheilen habe, sind ältere und neuere Erfahrungen, die ich noch keineswegs als abgeschlossen ansehe, die mir aber geeignet scheinen, den Gegenstand seiner Erledigung einen Schritt näher zu bringen. Ich erkläre von vornherein, dass es nicht entfernt meine Absicht ist, den bereits bestehenden Theorien eine weitere anfügen zu wollen; auch scheint mir das Bedürfniss keineswegs, eine Theorie zu besitzen, welche die vorhandenen Thatsachen befriedigend erklärt, und die stets desto geringere Schwierigkeiten hat, mit je weniger Thatsachen man vertraut ist; sondern es handelt sich um eine vollständigere, durch die Thierreihe sowohl als durch die verschiedenen Lebensalter durchgeführte Entwicklungsgeschichte der thierischen Gewebe, als sie bisher angestrebt wurde, bei deren Verfolgung sich nicht sowohl eine Theorie, als der Sachverhalt ergeben dürfte. Nicht nur erklären sich bei einem solchen Verfahren auf einfache Weise zahlreiche Widersprüche zwischen Schriftstellern, an deren Wahrheitsliebe oder Beobachtungsgabe man nicht zweifeln kann; sondern es öffnet sich auch für die richtige Auffassung und Deutung der fertigen Gewebe der sicherste Zugang. Schon *Schwann* baut sein histologi-

[1]) A. a. O., Bd. III, S. 4. Gewebelehre, S. 51, 58.

[2]) Archiv. Bd. V, S. 591. Würzb. Verhandl. Bd. III, S. V.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sches System nicht auf die Verschiedenheiten der empirischen Gewebe der Erwachsenen, sondern auf die Entwicklungsgeschichte und nach allen Versuchen und Controversen der letzten 15 Jahre scheint die *Schwann*'sche Classification noch immer die brauchbarste, wenn sie auch in einzelnen Punkten einer Verbesserung fähig ist. Erinnert man sich, dass die verschiedenartigsten Gewebe aus den gleichen Uranfängen hervorgehen und sich auf ein allenthalben gleichmässig beschaffenes Urgewebe (von *Baer's* Bildungsgewebe) zurückführen lassen, so wird man selbst die hervorstechendsten physikalischen und chemischen Eigenschaften der sogenannten specifischen Gewebe nur mit einer gewissen Vorsicht zu ihrer Classification benutzen. Erwägt man ferner, dass Gewebe auf den verschiedensten Entwicklungsstufen stehen bleiben können und sogar im Erwachsenen vielfach noch mit dem fötalen Charakter gefunden werden, und dass dies namentlich an den Gränzgebieten morphologisch differenter Gewebe ziemlich gewöhnlich ist, wie *Kölliker* und ich unabhängig von einander an mehreren Stellen hervorgehoben haben, so wird man auf die stets sich wiederholenden Versuche, nach einzelnen Charakteren Gewebe zu vereinigen und andere zu trennen, kein zu grosses Gewicht legen und es, in Ermangelung der histologischen Thatsachen, lieber vorziehen, sie einfach nach ihren localen Eigenschaften zu beschreiben.

Als solche fötale Gewebe des Erwachsenen sind schon früher von *Remak* die von ihm entdeckten grauen Elemente zwischen Nervenausbreitungen angesprochen worden, deren nervöse Structur wohl schliesslich gesichert sein dürfte, nachdem gezeigt wurde, dass manche Nervenäste ausschliesslich daraus bestehen, wie ich [1]) ebenfalls früher angab, und *Henle* [2]) einige darauf bezügliche Einwendungen zurückgenommen hat. In gewisser Beziehung können dahin die permanenten Knorpel der höheren Thiere gezählt werden, die nach meiner Darstellung [3]) als verhältnissmässig geringfügige in den einzelnen Thierclassen, Arten und selbst Individuen vielfachen Modificationen unterworfene Reste des ursprünglichen Primordial- oder Knorpelskeletts anzusehen sind, dessen Permanenz bei niederen Wirbelthieren in der Regel mit einer höhern Entwicklungsstufe seiner Elementartheile einhergeht. Als entschieden unentwickelte Gewebe bezeichnen *Kölliker* [4]) und *Gerlach* [5]) das *Virchow*'sche Schleimgewebe, namentlich die *Wharton*'sche Sulze

[1]) Diese Zeitschr. Bd. 1, S. 174.

[2]) Jahresber. f. 1849, S. 42, 1850, S. 43.

[3]) Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Knochensystems. Abgedruckt im 12 Bande der Denkschriften der Schweizerischen naturforsch. Gesellschaft. 1852, S. 72 ff.

[4]) Verhandl. a. a. O. S. 4. Gewebelehre, S. 58.

[5]) Gewebelehre 2. Aufl. S. 77.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und den Nabelstrang, ferner Ersterer [1]) gewisse Gränzgebiete des Knorpelgewebes, auf die ich [2]) ebenfalls aufmerksam gemacht habe; desgleichen das Gewebe der Cornea; und von den peripherischen Nervenendigungen habe ich [3]) angegeben, dass sie im Periost und im Mesenterium durch die aufsitzenden Kerne, ihre Feinheit und Homogenität Capillargefässen und Kernfasern ähnlich werden.

Dieser bleibend fötale Charakter mancher Gewebe an gewissen Stellen ist zu unterscheiden von der regressiven Metamorphose, welche manche fötale Organe und Gewebe in späteren Lebensaltern erleiden (Nebennieren, Thymus, Schilddrüse, Nebeneierstock, männliche Brustdrüse, Ductus arteriosus u. s. w.), und namentlich ist von der in neuerer Zeit so sehr in Anspruch genommenen fettigen Metamorphose an den oben genannten Elementartheilen keine Spur zu sehen; ja ich halte es möglich, dass solche fötale Formen ihre weitere Entwicklungsfähigkeit sehr lange bewahren und unter begünstigenden Umständen vielleicht noch später bethätigen können. Schon in der fötalen Entwicklungsgeschichte ist der Unterschied der Zeit, welchen einzelne Organe zu ihrer Entwicklung bedürfen, sehr auffallend. Nicht nur findet eine gewisse Reihenfolge in der histologischen Differenzirung statt, sondern es bedarf die Entwicklung der einzelnen Gewebe eine absolut verschiedene Zeitdauer, ja sie geschieht nicht selten in deutlichen Absätzen, stossweise mit dazwischen liegenden Perioden des Stillstandes, wie es auch bei der Entwicklung des Fötus und neugeborenen Kindes im Grossen deutlich ist. Der Zeitpunkt, in welchem eine Stelle zur Entwicklung gelingt, influirt ferner auf den Bildungsmodus selbst und es kann daher ein und dasselbe Gewebe zu verschiedenen Zeiten sehr abweichende Charaktere darbieten. So metamorphosirt sich, um einige Beispiele anzuführen, der Knorpel, eines der frühesten Gewebe, so zu sagen Zeitlebens, und ein Theil davon verknöchert erst im höchsten Alter, wobei wegen der inzwischen stattgefundenen Metamorphosen (Verdickungsschichten, spontane Vermehrung der Zellen) ganz andere Formen resultiren, als bei der fötalen Verknöcherung. Das elastische Gewebe entwickelt sich, wie schon *Kölliker* [4]) sehr richtig bemerkte, nicht nur viel später als das eigentliche Bindegewebe, sondern man trifft z. B. das Ligamentum nuchae von Rinderfötus der verschiedensten Grösse auf derselben Stufe, bis gegen das Ende des Fötallebens ein rascher Impuls die Vollendung der unreifen Elemente zu beschleunigen scheint. Aehnliches glaube ich im Muskelsystem beobachtet zu

[1]) Würzburg. Verhandl. S. 5. Gewebelehre, S. 50.

[2]) A. a. O. S. 87. 162

[3]) Ebenda, S. 95.

[4]) Ebenda S. 89

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

haben, wo die Metamorphose in verschiedenen Perioden nicht nur eine ungleich rasche, sondern eine wesentlich verschiedene zu sein scheint. Genauere Mittheilungen darüber muss ich mir vorbehalten; das Bemerkte mag jedoch genügen, um einige dem vorliegenden Gegenstande selbst angehörige Beispiele der Beurtheilung näher zu bringen.

Was meine dermalige allgemeinere Auffassung der Bindegewebssubstanzen betrifft, so muss ich erklären, dass sich dieselbe in den sieben Jahren, die seit meinem ersten Votum in dieser Sache verflossen sind, keineswegs so erheblich geändert hat, als man nach der vielseitigen Behandlung des Gegenstandes in dieser Zeit vielleicht erwarten könnte. Ich glaube zunächst noch immer an eine directe Zerfaserung eines festen, formlosen Blastems, durch blosse Dehiscenz, ohne alle Betheiligung von Zellen, oder präciser ausgedrückt, an eine faserige Form der Intercellularsubstanz; aber ich bin mehr als jemals überzeugt, dass nicht alle Gebilde, die man zum Bindegewebe zu rechnen pflegt, auf diese Weise entstehen. Fast alle der darüber aufgestellten Theorien lassen sich mit Rücksicht auf ganz bestimmte Objecte vertheidigen, aber keine einzige hat den Reichthum der thatsächlichen Bildungsvorgänge hoch genug angeschlagen, und manche Theorie würde entweder nicht so unbedenklich hingestellt oder später, auf den ersten Widerspruch hin, nicht so plötzlich verlassen oder modificirt worden sein, wenn ihre Urheber sich mehr mit der Erforschung der Detailverhältnisse beschäftigt hätten. Wenn ich von pathologischen Geweben absehe, worüber ich mich bereits vielfach geäussert, so scheint mir, unter den normalen Bildungen, die aus einer Zerfaserung wahrer Intercellularsubstanz hervorgehen, ausser den sogenannten Faserknorpeln, wovon ich ebenfalls bereits früher gehandelt [1]), das Gewebe des Nabelstranges und theilweise der *Wharton*'schen Sulze die sichersten Belege zu liefern. Hier kann man sich überzeugen, dass das *Schwann*'sche gallertige Cytoblastem nicht schwindet, sondern vielmehr fortwährend zunimmt, durch diese Zunahme die Zellengebilde auseinander treibt und schliesslich eine deutliche Streifung, Spaltung und Faserung nach der Längsrichtung des Nabelstranges zeigt. Hier wäre demnach die Aehnlichkeit mit den Knorpeln sehr beträchtlich; denn von einer Zellenmetamorphose, die dieser Faserung zu Grunde läge, ist von beiden Seiten nicht das Mindeste zu sehen. Zwar besitzen die steifen Fibern ächter Knorpel häufig ein sonderbar varicöses Aussehen, wodurch sie mit Kernfasern einige Aehnlichkeit haben, und solche Bilder mögen vielleicht *Donders* zur Annahme eines Zellengefüges veranlasst haben, allein diese Zellen

[1]) Beiträge S. 20, 83.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sind niemals isolirt darzustellen und müssten überdies von einer Kleinheit sein, die mit den gewöhnlichen Maassen der thierischen Elementartheile in keinem Verhältniss wäre. Die Verschiedenheit des Nabelstranges vom Knorpelgewebe liegt vielmehr, abgesehen von dem chemischen Charakter, in der Weichheit der Intercellularsubstanz, in der viel regelmässigern und gleichmässigern Faserung, und in der abweichenden Metamorphose der von der Intercellularsubstanz umhüllten Zellengebilde, sämmtlich Punkte, in welchen sich der Nabelstrang vielmehr dem Bindegewebe anschliesst. *Virchow* hat zwar auf Grund der chemischen Reaction gerade das Gewebe des Nabelstranges vom Bindegewebe getrennt und mit anderen Zellengeweben unter einer neuen Rubrik «Schleimgewebe» vereinigt. Allein kein embryonales Bindegewebe gibt bekanntlich Leim, wie schon *Schwann* gezeigt hat, und es könnte leicht sein, dass bei Verfolgung der successiven Entwicklungsstufen die sogenannten Schleimgewebe den Leimgeweben näher gestellt würden, als manche leimgebende unter einander. Ich habe schon früher [1]) hervorgehoben, dass sogar der Unterschied der eiweiss- und leimgebenden Fasergebilde sehr wahrscheinlich auf einer verschiedenen Entwickelungsstufe beruhe, was auch mit dem mehr oder weniger ausgesprochenen Grade der Faserung übereinstimmen würde. Selbst für den Chemiker scheint es mir eine fruchtbarere Auffassung, wenn er die verschiedenen Reactionen thierischer Gewebe als ineinander übergehende Producte des Stoffwechsels und Wachsthums in gewissen Reihen gleichsam hintereinander kennen lernt, als wenn er sie gleich den Reactionen der unorganischen Elementarstoffe und Verbindungen in ontologischer Weise nebeneinander stellt. Die planmässige Verfolgung solcher chemischer Entwicklungsreihen an bestimmten Geweben scheint mir eine der dringendsten und dankbarsten Aufgaben der physiologischen Chemie. Bis aber in dieser Beziehung etwas mehr vorliegt, als ganz unzusammenhängende und planlose Analysen, scheint es mir geratben, sich bei einer Eintheilung der thierischen Gewebe vorzugsweise ihrer morphologischen Charaktere zu bedienen, welche einer viel geringern Missdeutung fähig und weniger auffallenden Wechseln unterworfen sind, als ihre chemischen Eigenschaften bei dem dermaligen Standpunkt unseres Wissens zu sein scheinen.

An anderen Stellen des embryonalen und erwachsenen Körpers lässt sich ein directer Ursprung des Fasergewebes, durch Dehiscenz einer formlosen Intercellularsubstanz, wegen der dichtern Anhäufung der Zellengebinde, wegen der raschern Entwicklung derselben und der Vermischung verschiedener Gewebe, wovon unten das Nähere folgen wird, nicht so leicht nachweisen, als im Nabelstrang, doch

[1]) Diagnose, S. 29, 226

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dürften sich die übrigen Gallertgewebe, als Vorläufer des sogenannten lockern oder formlosen Bindegewebes, zunächst darzubieten, und selbst in dem sogenannten geformten Bindegewebe glaubte ich vielfach eine secundäre Zunahme der Intercellularsubstanz wahrzunehmen, doch ist es ausserordentlich schwer, über ihren Antheil an der Faserbildung direct ins Klare zu kommen. In manchen Fällen hat es mir geschienen, als erfolge die Ansammlung der Zwischensubstanz zwischen bereits vorhandenen Fibrillen, die nun fester als vorher zusammenhalten. Auch scheint dieselbe in gewissen Intervallen und von gewissen Centren aus vorzugsweise zu geschehen, wodurch ältere und neuere Formationen miteinander gemischt und verbunden werden und mannichfache lamellöse, alveoläre und andere Texturen entstehen, die man schon lange dem Bindegewebe zugeschrieben hat und deren ich bereits früher [1]) in normalen sowohl als in pathologischen Geweben gedacht habe. Da es mir jedoch an diesem Orte um keine dogmatische Darstellung, sondern um die Aufstellung gesicherter, leitender Gesichtspunkte zu thun ist, so verzichte ich auf den Versuch, die Gesetze der Bildung für jede einzelne Bindegewebsformation in ähnlicher Weise zu formuliren, wie ich es früher für das Knorpel- und Knochengewebe versucht habe. Ich wende mich vielmehr zu weiteren Gesichtspunkten, indem ich nur die Grenzen abzustecken suche, bis wohin jeder einzelne zu verfolgen sein könnte.

Ganz ähnliche Bilder, wie in der *Wharton*'schen Sulze, erhält man auch in Geweben, welche ganz unzweifelhaft nicht aus Intercellularsubstanz, sondern aus verschmolzenen Zellen hervorgegangen sind, und sie finden sich, um ein ebenso schlagendes Beispiel anzuführen, in der erwünschtesten Nähe, nämlich in den Eihäuten. Das Wesentliche einer grössern Untersuchungsreihe, die ich noch ganz zur Zeit meines Heidelberger Aufenthalts angestellt habe, ist dies, dass sowohl Amnion als Allantois ursprünglich einen deutlichen Zellenbau zeigen, dass die Contouren polyedrischer Zellen aber ziemlich früh verschwinden, während die Kerne derselben sich länger erhalten (in der Allantois noch bei Schweinembryonen von 3—4″ Länge, im Amnion noch bei Rinderfötus von 1″), dabei öfter etwas länglich werden, so wie durch das weitere Wachsthum der Membran beträchtlich auseinander rücken und daher anscheinend spärlicher werden, ehe sie vollends verschwinden. In dieser vollkommen homogenen, durchsichtigen und sehr dünnen Membran erscheinen feine, streifenartige oder gekräuselte Fältchen, besonders beim Bewegen derselben, in deren Richtung sich die Membran auch mehr künstlich in

[1] Diagnose, S. 357, 363. Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VII, S. 379.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Streifen und Fasern zerlegen lässt, obgleich die Dehiscenz hier über ein gewisses Maass nie hinaus zu kommen scheint, wie es auch dem Lebensalter, welches sowohl die Eihäute als der Nabelstrang erreichen, entspricht. In ähnlicher Weise, wie die genannten Eitheile, verhält sich bei den Thieren, wo sie längere Zeit persistirt, auch die Nabelblase; das Chorion dagegen (die Zona pellucida des Säugethiereies) zeigt ein etwas abweichendes Verhalten, insofern ich vor der Zeit, wo die Zotten auftreten, niemals eine Structur und namentlich keinen Kern darin wahrgenommen habe, wohl aber beides nach und mit dem Auftreten der Zotten, die bekanntlich selbst ihren Ursprung vom Chorion nehmen, das sich in dieser Hinsicht mehr als wuchernde Blastemschicht, denn als Zellmembran verhält. Da über die Metamorphosen der Eihäute, mit Ausnahme der allerersten Perioden, nur wenige Untersuchungen vorliegen und namentlich chronologische Data Manchem von Interesse sein werden, so lasse ich noch einige nähere Aufzeichnungen folgen.

Im Nabelbläschen des Rindes, welches bekanntlich sehr früh untergeht, ist zur Zeit, wo es zu schrumpfen anfängt, d. i. bei Embryonen von einigen Linien Länge, von einem Zellenbau nichts mehr zu sehen, der Kernreichthum jedoch noch gross, die Faltenbildung schon sehr deutlich; die Allantois bei den gleichen Embryonen erscheint noch sehr deutlich aus breiten, an zwei Seiten zugespitzten Zellen zusammengesetzt, wie man öfter das Epithelium der Gefässe antrifft; dagegen ist sie bei 6''' langen Embryonen schon ganz structurlos, dünn, mit wenigen Kernen besetzt, im Innern aber nun von einem schönen Pflasterepithelium ausgekleidet. Ein gleiches Pflasterepithelium kleidet frühzeitig auch das Amnion aus, in die noch einfache ungeschichtete Epidermis des Embryo continuirlich übergehend, während eine reichliche geschichtete Zellenformation, ausgezeichnet durch grosse, bläschenartige, in freiwilliger Vermehrung begriffene Kerne, einen äussern Ueberzug des Chorions und seiner Zöttchen bildet. — Vollkommen structurlos, mit sparsamen länglichen Kernen besetzt, in äusserst feine, gekräuselte Fältchen sich legend, die ein feingestricheltes Ansehen geben, stellt sich das Chorion an Kaninchencieren von Erbsengrösse dar, wo die Zottenbildung eben begonnen hat; von Innen schimmert die aus polyedrischen Zellen gebildete Keimhaut durch, aussen liegen die Zellen der wuchernden Epithelialschicht des Uterus auf. Ganz in ähnlicher Weise sind Hundeeier vom 22. Tage nach der Befruchtung beschaffen; solche vom 25. Tage, deren Embryo beiläufig 6''' lang ist, zeigen am Chorion keine erhebliche Veränderung, höchstens die Zotten und deren Epithelialüberzug weiter ausgebildet, und im Innern derselben auftretende Kerngebilde; sehr deutlich sieht man noch den Zellenbau der Allantois, besonders an der Basis derselben, während die Nabelblase

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und das Amnion schon ganz als structurlose Häute mit länglichen Kernen, innen von einem Pflasterepithel ausgekleidet, dastehen. Bei Hundeeiern vom 10. Tag nach dem letzten Coitus erscheint die Zona noch ziemlich dick, doppelt contourirt, absolut structurlos und ohne Kern, im Innern aber die aus polyedrischen Zellen bestehende Keimhaut durchscheinend. — An einem menschlichen Ei von ungefähr 3‴ Durchmesser aus der Leiche einer an Miliartuberkulose gestorbenen 35jährigen, angeblich vor 10 Wochen zuletzt menstruirten Frau (das ich am 10. Juni 1851 nebst dem Uterus erhielt, und das überaus schön die Bildung der Decidua versinnlichte), fand sich ein structurloses, aber undeutlich gefurchtes Chorion, hie und da, so wie in den Zotten, deutliche Kernbildungen. (Das Ei war jedoch offenbar in der Entwicklung zurückgeblieben, auch fand sich statt eines Embryo im Innern nur ein kleines, helles Bläschen an einem kurzen Stiele sitzend; an der Stelle des Amnion eine structurlose faltige Schicht, mit noch hie und da erkennbarem Zellenhau.) Ein normales taubeneigrosses Ei einer Frau, welche vor 6 Wochen zuletzt menstruirt war und vor 14 Tagen noch Andeutungen eines wässerigen Abganges bemerkt hatte (vom December 1849), zeigte ein schon sehr fasrig aussehendes Chorion mit vielen länglichen Kernen darin; die Zotten zum Theil noch structurlos, in den längeren aber ebenfalls, besonders an der Basis eine deutliche Faserung mit runden oder ovalen Kernen, in den grössten schon deutliche Gefässe und aussen ein schöner Epithelialüberzug. Bei menschlichen Eiern, deren Fötus 1″ lang ist, haben Chorion und Amnion schon einen sehr bindegewebigen Charakter, wenn auch ohne deutlich isolirte Fibrillen. — Bei 2 Tage bebrüteten Hühnchen endlich scheinen die polyedrischen und elliptischen Zellen, aus welchen die Keimhaut zusammengefügt ist, und die sich am zweiten Tag noch leicht voneinander trennen lassen, schon verschmelzen zu wollen, namentlich an den peripherischen Theilen. Das Amnion ist am sechsten Tag bereits eine structurlose Haut mit zerstreut stehenden kleinen Kernen, die seröse Hülle am vierten Tag noch deutlich aus polyedrischen Zellen gebildet; die Allantois des Hühnchens erscheint am siebenten Tag als eine homogene faltige Haut mit rundlichen und ovalen Kernen, der Dottersack aber aus grossen pflasterförmigen Zellen und feinen Kernen zusammengesetzt.

Sehen wir ab von dem Chorion, dessen Ursprung zweifelhaft scheinen kann, so haben wir am Amnion, an der serösen Hülle, an der Allantois und an der Nabelblase der Säugethiere und Vögel übereinstimmend die Entwicklung einer structurlosen Haut aus flächenhaft ausgebreiteten Zellen, in ähnlicher Weise, wie dies von den einfachen und sogar von geschichteten Epithelien (innere Wurzelscheide der Haare) hinreichend bekannt ist. Wir sehen aber

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

weiterhin in diesem secundären, membranartigen Blastem eine Tendenz zur Faltenbildung, Spaltung und Zerfaserung auftreten, die an die Bilder aus der *Wharton*'schen Sulze lebhaft erinnert. Das Gleiche gilt mehr oder weniger allgemein von einer Menge anderer Umhüllungsgewebe, die von *Reichert* ausdrücklich zum Bindegewebe gezählt werden, obgleich sie in ihren morphologischen, chemischen und physikalischen Charakteren vielfache Unterschiede darbieten, wie die Kapseln der *Pacini*'schen Körperchen, die Membrana propria der Drüsen, die Scheide der Muskelprimitivbündel und der Chorda dorsalis, die basement membrane der Schleimhäute, die Glashäute u. a. m. Wir sind leider über die Entwicklung dieser verschiedenartigen Gebilde, so wie über ihre chemischen Charaktere, noch sehr unvollständig aufgeklärt; so viel ist aber sicher, dass bei einer solchen Ausdehnung des Begriffes auch ein Bindegewebe existirt, das aus verschmolzenen Zellen hervorgegangen ist und mit den vorigen, aus blosser Intercellularsubstanz entstandenen, nicht ohne Weiteres identisch gesetzt werden kann. Es liesse sich wohl annehmen, dass die sogenannte Streifung, Faltung oder Faserung, an welcher man bisher das Bindegewebe hauptsächlich erkannte, an Blastemen der verschiedensten Art sowohl primären als secundären, namentlich wenn sie in haut- oder schichtartigen Ausbreitungen vorkommen, auftreten können; allein einen bestimmten Gewebstypus erhält man damit nicht. Die Faserbildung erscheint dann als ein Attribut verschiedener Gewebe, wie die Löcherbildung durch Dehiscenz, die Verhornung, Verfettung, Verirdung u. a. Man würde daraus, wie im Knorpel, auf ein gewisses Alter oder eine höhere Reife, nicht aber auf eine Identität der betreffenden Gewebe schliessen können.

Nur eine einzige Möglichkeit gibt es meines Erachtens, um so verschiedenartige Dinge, wie *Wharton*'sche Sulze, Eihäute, Grundsubstanz der Knorpel u. s. w., unter einen gemeinsamen histogenetischen Gesichtspunkt zu bringen, wenn es nämlich gelänge, Alles, was wir jetzt Blastem, Grund- oder Intercellularsubstanz zu nennen gewohnt waren, als Zellenproduct, als eine Ausscheidung der Zellen, als Extracellularsubstanz (*Kölliker*) nachzuweisen. Dass structurlose Membranen sich direct aus dem Blasteme, scheidenartig um vorhandene Zellencomplexe (also präsumtiv als Ausscheidung der letzteren) bilden können, ist zuerst von *Baer* für die Chorda dorsalis angegeben und von *Kölliker* [1]) und mir [2]) genauer verfolgt worden. Etwas ganz Aehnliches beschrieb ich [3]) als primitives, der secundären

[1]) Mikroskop. Anat. Bd. II, S. 348

[2]) A. a. O. S. 22.

[3]) A. a. O. S. 117, Taf. III, Fig. 1, 2, 4, 8

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Knochenauflagerung vorausgehendes Perichondrium bei den Vögeln und Amphibien. Den gleichen Vorgang hat *Kölliker* [1]) für die Membrana propria der Drüsen (Nierenkanälchen) für die Knochenkapsel, Membrana Demoursii, u. a. in Anspruch genommen, die Grundsubstanz des Knorpels und Knochens aber ausgeschlossen. Ich selbst besitze die bestimmtesten Aufzeichnungen darüber, dass beim Menschen und Rinde die Hoden und Nierenkanälchen anfangs aus soliden Zellenmassen bestehen, auf deren Aussenfläche die eigentliche Drüsenhaut secundär, von Anfang als structurlose und kernlose, anfangs sehr dünne Blastemschicht erscheint. In meinem Tagebuche ist dazu unter dem 24. Juni 1850 bemerkt, «dass man nicht sehe, woher eine Scheide komme, dass sie keinen Zellenbau noch aufsitzende Kerne zeige, dass die Schläuche anfangs enger, später weiter sind, dass sie ähnlich der Scheide der Chorda dorsalis zu entstehen scheinen». Spindelförmige Körper, die zuweilen den Harnkanälen aussen aufsitzen, gehören, wie ich mir bemerkte, dem interstitiellen Parenchyme an. Hie und da kommt es vor, dass der zellenreiche Inhalt der Kanäle sich von der Wand zurückzieht, wo dann die Selbständigkeit und Structurlosigkeit der letzteren klar wird; in anderen Fällen kann man sie durch Wasserzusatz entfernen und namentlich anfangs, wo sie noch dünn und zart ist, zu einem grossen Volumen ausdehnen. Die Bildung der Hodenkanäle beginnt bei Rindsfötus von 1″ Länge, die der Nierenkanäle schon früher, und zwar als anfangs sehr kurze, verhältnissmässig weite, runde oder ovale Gruppen, Haufen und Cylinder von Bildungszellen, die sich anfangs leicht voneinander drücken lassen, mit der Ausbildung der Scheiden fester zusammenhalten und mit denselben in die Länge wachsen, an den Enden aber längere Zeit, ähnlich der Chorda, in das indifferente Bildungsgewebe continuirlich übergehen. Mit der Verbreiterung dieser Schläuche, die anfangs an verschiedenen Stellen ungleich dick, von varicösem Ansehen sind, bildet sich erst eine innere Höhle, während die Zellen sich epitheliumartig auf der Wand ausbreiten. Die Glomeruli sieht man schon sehr frühe vollkommen ausgebildet und mit den Enden der Harnkanäle in Verbindung treten. Schon bei 1″ langen Rindsfötus erscheinen die schlingenbildenden Gefässe als structurlose Röhren mit aufsitzenden Kernen, aber von beträchtlicher Breite. Sehr bald beobachtet man den deutlichsten Zusammenhang zwischen Harnkanälen und Glomeruli, die ich in der Regel endständig, in einzelnen Fällen aber auch wandständig aufsitzen sah, und schon seit mehreren Jahren habe ich frische menschliche und Säugethierembryonen aus der ersten Hälfte des Fötallebens zur Demonstration dieses Verhältnisses benutzt, welche hier mit gar keiner Schwierigkeit verknüpft

[1]) Gewebelehre, S. 33.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ist. Im Allgemeinen sind die Nieren- und Hodenkanäle schon früh sehr weit und wachsen schon in der spätern Zeit des Fötallebens viel weniger in die Breite, als in die Länge, wodurch nach und nach zahlreiche Windungen entstehen, von denen anfangs nichts zu sehen ist. Es kann jedoch auch in späterer Zeit ein beträchtliches Dickenwachsthum dieser Kanäle stattfinden, bis zur Dicke der Zona pellucida des Säugethiereies, wie ich einigemal in *Bright*'schen Nieren des Menschen beobachtete. Noch bei 8″ langen Rindsfötus sind die Harnkanäle von sehr verschiedener Weite und stellenweise mit varicösen Ausbuchtungen (Knospen?) versehen, die man später nicht mehr trifft. Anastomosen und Theilungen sind bei mehrzölligen Embryonen nicht selten, oft mehrfach in demselben Sehfelde. Ein Fall von 4″ langen Zwillingen verschiedenen Geschlechts gab mir die Gelegenheit (beim Rinde) zu beobachten, dass die männliche Geschlechtsdrüse sich früher differenzirt und als solche histologisch zu erkennen ist, als die weibliche, die noch fast ganz aus indifferentem Bildungsgewebe mit Gefässen bestand. In den Nebennieren dieser beiden Exemplare fanden sich in Form von Acini zusammenliegende Zellen, ohne umhüllende Drüsenmembran, in ein sehr blutreiches und entwickeltes Parenchym eingebettet. — Weniger zustimmend, als hinsichtlich der Hoden und Nieren, kann ich mich über die *Wolf*'schen Körper aussprechen, obgleich ich diesen eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Bei 2—3‴ langen Rindsembryonen (von der Grösse einer Waldameise), wo die *Wolf*'schen Körper schon kurze, einfach gewundene Schläuche zu beiden Seiten der Wirbelsäule darstellen, fallen ihre sehr scharfen Contouren auf, auch trennen sich beim Drucke die Zellenmassen, aus welchen sie bestehen, nicht in ihre Bestandtheile, sondern bleiben schlauchweise beisammen; ihre Lumina sind schon sehr deutlich, eine umschliessende Drüsenmembran vermochte ich jedoch nicht darzustellen. Bei 6‴ langen Embryonen sah ich dagegen schon eine distincte, structurlose Membran, mit einem einfachen Epithel ausgekleidet, auch die Glomeruli bereits entwickelt und in deutlicher Verbindung mit den Kanälen; die Windungen waren zahlreicher geworden, die Aehnlichkeit mit Harnkanälen vollständig, die structurlose Haut jedoch dicker und namentlich das polyedrische Pflasterepithelium von ausserordentlicher Schönheit. Wenn diese Wahrnehmungen sich auch mit der Annahme von *Kölliker* vereinigen lassen, so muss ich doch bemerken, dass ich Notizen und Zeichnungen von sehr jungen Hundeembryonen (vom 25. Tage nach der Befruchtung) besitze, wonach die Scheide selbst aus sehr schönen polyedrischen Zellen zusammengesetzt erschien, von welchen sich der dunkle, körnige Inhalt zurückgezogen hatte. Ich habe mir dazu die Bemerkung gemacht, ob vielleicht die Bildung der primären Organe (ähnlich den Eihäuten) eine andere sein möge, als die der secundären? Auf keinen Fall kann ich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mich hinsichtlich der *Wolf*'schen Körper ganz positiv ausdrücken, obgleich es möglich ist, dass bei diesen jüngsten Embryonen die eigentliche Scheide noch gar nicht gebildet war. Aehnliche Wahrnehmungen, wie an röhrigen, machte ich auch an häutigen Drüsen, namentlich an den Lungen und den Thymus, deren erste Anlagen denen der traubigen Drüsen vollkommen gleichen. An beiden Drüsen findet man noch bei mehrzölligen Fötus solide Zellengruppen oder Acini, die wie Knospen an den zum Theil noch ebenfalls soliden Adhärenzen sitzen, von derselben structurlosen Membran umkleidet, die besonders durch Kali deutlich wird, bei 6''' langen Embryonen aber noch vermisst wird, obgleich die Acini schon kenntlich sind und auch schon eine Andeutung der Pleura vorhanden ist. Dagegen schien mir bei 1½'' langen Fötus die structurlose Membran, sowohl der Lungen als der Thymus aufsitzende, kleine längliche Kerne zu geben, deren Ursprung mir zweifelhaft blieb. Vollkommen sicher ist daher nur, dass die structurlose Membran der Drüsen in sehr früher Zeit schon vollkommen fertig gebildet ist und dass die späteren Acini der Drüsen, namentlich auch die sogenannten Drüsenbläschen, auf keinen Fall unmittelbar aus verschmolzenen Zellen, sondern vielmehr secundär durch Wachsthum und Ausbuchtung der Membrana propria entstehen [1]). Ob jedoch die letztere in ihrer allerersten Anlage nicht aus verschmolzenen Zellen entstehen könne, scheint mir noch weiterer Untersuchung bedürftig.

Nicht weniger zweifelhaft muss ich mich über einige andere, der Drüsenmembran ähnliche Bildungen aussprechen. Von der basement membrane der Engländer, welche sich an der Oberfläche fast aller Häute als Unterlage des Epitheliums, so wie an der Zahnpulpe (Membrana praeformativa) findet, wohin ich auch die von mir [2]) im Auge des Menschen und mehrerer Säugethiere beschriebene mikroskopische Membran ziehe, glaube ich der eingebetteten, ziemlich zahlreichen Kerne wegen eine Verschmelzung von Zellen annehmen zu müssen, und bei den letzteren direct erkannt zu haben. Eher wäre ich nach neueren Erfahrungen geneigt, die Scheide der erwachsenen Primitivmuskelbündel für eine secundäre Bildung zu halten, wenigstens ist sie vor einem gewissen Zeitpunkt niemals isolirt darzustellen und mit einer Theilung der Primitivbündel, die ich in den Bauchmuskeln bei mehrzölligen Rinderfötus gesehen zu haben glaube, nicht wohl vereinbarlich.

[1]) Dieses Wachsthum der Drüsenmembran hat seine Grenzen; sie verdünnt sich und geht verloren, wenn die Sprossenbildung sehr weit geht oder sich in einzelne Zellen auflöst (Leber und theilweise Lungen der höhern Wirbelthiere).

Unters. zur Kenntniss des körnigen Pigments. 1844, S. 6

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Was die Eihäute betrifft, so würde sich das Chorion (die Zona pellucida des Säugethiereies) ziemlich leicht als Extracellularsubstanz annehmen lassen, dagegen scheinen mir bei den übrigen Eihäuten (Amnion, Allantois, Nabelblase) grosse Schwierigkeiten im Wege zu sein. Zwar habe ich [1]) schon früher in der Keimhaut des Hundeeies das Auftreten einer Intercellularsubstanz beschrieben, mit welcher später die Zellen zu verschmelzen scheinen, nachdem noch eine theilweise Vermehrung derselben stattgefunden; auch finde ich in meinen Aufzeichnungen von anderen Eihäuten wiederholt bemerkt, dass es geschienen habe, als seien die Zellen durch eine durchsichtige feste Bindesubstanz miteinander verbunden und nach aussen davon überkleidet; und ferner findet man sowohl Allantois, als Amnion und die Nabelblase sehr früh schon von einem schönen Pflasterepithel ausgekleidet, welches zu Verwechslung mit einem primären Zellenbau der Häute selbst Veranlassung geben könnte. Allein zu einer andern als der oben gegebenen Darstellung scheinen mir dermalen weder eigene noch fremde Erfahrungen zu berechtigen.

Den Knorpel endlich hat bereits *Remak* [2]) benutzt, um seine Ansicht zu begründen, dass alle thierischen Zellen mit doppelten Membranen versehen seien, von welchen die äussere, ähnlich der Pflanzenzellmembran, als Ausscheidungsproduct der innern, des Primordialschlauchs nach *Mohl*, zu betrachten wäre; ja die ganze Intercellularsubstanz der Knorpel soll nach *Remak* als «Parietalsubstanz» durch Verschmelzung ineinander geschachtelter Ablagerungsschichten der Knorpelzellen (nicht der Zellmembranen selbst, wie Einige gemeint haben) entstehen. Nach meinen sehr ausgedehnten Erfahrungen in in diesem Gebiete kann ich einräumen, dass sich in permanenten Knorpeln Bilder finden, die eine solche Deutung gestatten. Ausgezeichnete, schichtweise Verdickung von Knorpelzellen beschrieb ich aus dem Ohrknorpel von Kaninchen und Katzen [3]), während ich dieselbe beim Hunde nicht geschichtet fand. Im menschlichen Rippenknorpel traf ich zwiebelartig eingeschachtelte, nicht vollkommen concentrisch geschichtete Zellenwände, deren einzelne Lamellen offenbar voneinander standen und zwischen welchen sich keine Spur von Kernen oder sonstigem festem Inhalt befand, woraus man auf gewöhnliche endogene Bildungen hätte schliessen können. Ebenso habe ich [4]) darauf aufmerksam gemacht, dass die Ablagerungsschicht nicht immer im Innern der Knorpelzellen, sondern auch auf der Wand der Knorpelhöhle

[1]) Beiträge, S. 7.
[2]) *Müller's* Archiv. 1842, S. 68
[3]) Beiträge, S. 85, Taf. IV, Fig. 10.
[4]) Ebenda, S. 82.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

also nach aussen von der Zelle) stattfinde und so die Zelle zu verdrängen scheine, welche man oft deutlich im Innern erkennt; und ferner, dass diese Verdickungsschichten, «welche in ihrem Verhalten gegen Jod der Intercellularsubstanz näher stehen», auch verknöchern, was ich von Zellmembranen nie beobachtet. Endlich habe ich nie eine Verschmelzung von Zellmembranen mit der Intercellularsubstanz beobachtet und diese daher bestimmt in Abrede gestellt [1]). Alle jene Erscheinungen habe ich jedoch nur in ausgewachsenen, permanenten Knorpeln gefunden und im fötalen Knorpel so wenig eine endogene Vermehrung als eine Verdickung von Zellmembranen wahrnehmen können [2]). Ich habe diese Erscheinungen damals als eine Wucherung der Intercellularsubstanz aufgefasst, welche mit abnehmendem Wachsthum durch Intussusception sich als Apposition im Innern der Knorpelhöhlen äussere und glaubte damit sowohl die Verkleinerung der Knorpelhöhlen als auch pathologische Erscheinungen (Rhachitis) vereinbaren zu können. Ich gestehe, dass mich diese Erklärung noch immer befriedigt, obgleich ich zugebe, dass auch eine andere Erklärung möglich ist. Für jetzt möchte ich nur hervorheben, dass auch die Annahme äusserer Ablagerungsschichten nach der Analogie der Pflanzenzellen, eine Intercellularsubstanz im gangbaren Sinne zwischen den ursprünglichen Knorpelzellen nicht entbehrlich macht. Die Ausfüllung der schon *Schwann* aufgefallenen drei- und viereckigen Räume zwischen den sphärischen Zellen [3]), welche sich ja auch in pflanzlichen Geweben wieder finden, scheint mir kaum ohne Intercellularsubstanz erklärt werden zu können [4]). Ueberhaupt bin ich

[1]) A. a. O. S. 36.

[2]) A. a. O. S. 8, 36, 84.

[3]) Mikroskop. Unters. S. 17. Meine Beiträge, S. 37.

[4]) Wenn man die enorme und namentlich vor den Verknöcherungsrändern fast plötzlich auftretende und fortschreitende Zunahme der Intercellularsubstanz ins Auge fasst, so wird man sich schwerlich des Gedankens erwehren können, dass dazu die productivste Thätigkeit der vorhandenen und immer weiter auseinander rückenden Knorpelzellen nicht ausreicht, deren Lumen sich überdies durch die supponirte Schichtbildung verkleinern, statt vergrössern müsste. Wenn man den Knorpelzellen nicht die Fähigkeit zuschreiben will, in indefinitum nicht blos Ablagerungsschichten, sondern Substanz, Materie schlechtweg zu produciren, so muss man annehmen, dass ihnen fortwährend von aussen her Nahrungsmaterial zugeführt werde, das seinen Weg wohl nur durch die Parietalsubstanz hindurchnehmen kann und demnach schon auf dem Hinweg zu den Zellen für ein selbständiges Wachsthum derselben, wie ich (Beiträge, S. 31, 73) es angenommen habe, in Anspruch genommen werden kann. Der Weg, welchen das den Verknöcherungsrändern so plötzlich und reichlich zuströmende Ernährungsmaterial nimmt, ist meines Erachtens auch nicht schwer zu

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nicht der Meinung, dass die Begründung der Zellenlehre eine vollständige Uebereinstimmung der thierischen und pflanzlichen Zellen erfordere. Zur Annahme eines thierischen Primordialschlauches scheinen mir vorzugsweise chemische, nicht morphologische Wahrnehmungen erforderlich, und woher käme die so beträchtliche chemische und physikalische Verschiedenheit thierischer und pflanzlicher Organe und Gewebe, wenn hier nicht fundamentale Verschiedenheiten der Substanzen und Bildungsmodi obwalteten, die sich gleichwohl einem allgemeinern Gesetze unterordnen können?

Aus dem Gesagten dürfte sich ergeben, dass die Annahme einer Gewebsbildung durch Ausscheidungen bereits vorhandener Zellen (Extracellularsubstanz) sich nur durch eine sehr kleine Anzahl von Thatsachen (Chorda dorsalis, Drüsenmembranen, Knorpel) bis jetzt stützen lässt, und dass dadurch eher eine weitere, dritte Gruppe von homogenen, membranartigen oder compacten Gewebsmassen, als ein allgemeiner Charakter des sogenannten Bindegewebes der Autoren zu begründen ist. Gibt es ausserdem noch ein viertes, direct und nach der *Schwann*'schen Lehre aus Zellen hervorgegangenes Bindegewebe, wie es von *Kölliker* neuerdings wieder für das geformte und einen

enthüllen. Verfertigt man nämlich feine Längsschnitte durch den Verknöcherungsrand einer ganzen Rippe z. B. beim Neugeborenen, eines Röhrenknochens bei mehrzölligen Säugethierfötus oder dergleichen, und betrachtet den ganzen Schnitt bei schwacher Vergrösserung von 50—150, so wird man eine höchst charakteristische Anordnung der Zellenreihen gewahren. Nur die mittleren Reihen sind nämlich senkrecht auf den Verknöcherungsrand gerichtet; die seitlichen weichen aber um so mehr von der Mittellinie ab, je mehr sie nach aussen liegen, so dass die äussersten in einem weiten Bogen erst den Verknöcherungsrand erreichen. Es hat also nicht blos eine Erweiterung der einzelnen Höhlen und Zellen, sondern eine förmliche Lageveränderung derselben Platz ergriffen, welche nur von der Parietalsubstanz ausgegangen sein kann. Es drängte sich mir stets der Gedanke auf, als wenn der vorschreitenden Verknöcherung vom Knochen aus eine plötzliche und einseitige Zufuhr von Ernährungsmaterial vorauseile und der naheliegenden Knorpelsubstanz zu Gute komme, sie gleichsam zur Verknöcherung vorbereite. Fasst man ferner die streifen- und netzförmig, auf denselben Wegen, um ganze Gruppen von Knorpelzellen vordringende Ablagerung der Kalksalze oder das in ähnlicher Weise sich ausbreitende peripherische Wachsthum der sogenannten Deckknochen (Beiträge, S. 96, 127) ins Auge, wie sie zwischen und unabhängig von den vorhandenen Bildungszellen sich ausdehnen und dieselben nach und nach umschliessen, so wird man gestehen müssen, dass hier die Thätigkeit der einzelnen Zellen eine ziemlich untergeordnete Rolle spielt und dass die Grundsubstanz selbst der Sitz höchst wichtiger und wesentlicher Bildungsprocesse ist, deren Ablauf von grösseren Centren, zunächst von den Verknöcherungspunkten aus, regulirt wird

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Theil des formlosen Bindegewebes vertheidigt wird, so zweifle ich kaum, dass die grosse Mehrzahl der Histologen sich für eine Beschränkung, wenn nicht gänzliche Auflösung dieser weitläufigen Kategorie entscheiden und den Namen entweder nur für gewisse Formen der thierischen Intercellularsubstanz oder, wenn es auch ein wirklich «gewebtes», d. h. aus Zellen hervorgegangenes, *Schwann*'sches Bindegewebe gibt, für dieses letztere beibehalten würde. Um jedoch in dieser Frage einen Entschluss fassen zu können, ist es nunmehr, nach der Betrachtung der sogenannten Intercellular- oder Grundsubstanz, nöthig, auch die derselben angehörigen Zellengebilde und vor Allem die vielgenannten spindelförmigen und geschwänzten Zellen ins Auge zu fassen, welche bisher für die meisten Schriftsteller von dem Begriffe des Fasergewebes unzertrennlich waren, und an welche sich ein guter Theil unserer histologischen Zeitgeschichte anknüpft.

In dem Entwicklungsgange der modernen Histologie lassen sich sehr bestimmt drei verschiedene Zeiträume unterscheiden, die, obgleich sehr verschiedenen Richtungen huldigend, doch in dem engsten causalen Zusammenhang stehen. Unter dem unmittelbaren Eindruck der *Schwann*'schen Entdeckungen war man geneigt, nicht blos das allgemeine Gesetz der gemeinsamen Organisation in der belebten Natur, sondern auch die Entwicklungsgeschichte der einzelnen Gewebe für abgemacht zu halten, und im Auslande ist an den *Schwann*'schen Ausführungen auch im Einzelnen wenig geändert worden. In Deutschland trat jedoch sehr bald eine Opposition, weniger gegen das allgemeine Gesetz, als gegen die specielle Durchführung desselben auf, welche in der *Henle*'schen allgemeinen Anatomie ihren Ausgangspunkt und ihre Stütze fand und wobei namentlich das Bindegewebe eine Hauptrolle zu spielen hatte. Fast alle Bestrebungen einer ziemlich langen Epoche waren darauf gerichtet, die *Schwann*'sche Theorie zu bezweifeln oder zu beschränken; man war sehr geneigt, Ausnahmen und selbst eine mehrfache Weise in der Bildung thierischer Elementartheile zu statuiren oder eine ganz andere Zellentheorie an die Stelle der *Schwann*'schen zu stellen. Mir scheint diese Periode der Skepsis und kritischen Prüfung dem Geiste deutscher Wissenschaft durchaus angemessen gewesen zu sein; es war die Probezeit der Theorie und wenn sie auch in manchen wichtigen Punkten, wie namentlich in der Lehre von der Intercellularsubstanz, nach und nach beträchtliche Veränderungen erlitten hat, so hat sie doch in den meisten und wesentlichsten Punkten die Probe glänzend bestanden und es lässt sich ihre grosse Tragweite jetzt nur um so viel klarer übersehen. Unsere gegenwärtige Periode

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hat eine unverkennbare Tendenz, auch in Einzelheiten zu den *Schwann'*schen Principien zurückzukehren, und selbst manche der hervorragendsten Novitäten der neuern Zeit sind im Grunde nur insofern Fortschritte zu nennen, als sie den gegen die *Schwann'*schen Lehren erhobenen Zweifeln ein Ende machten oder mangelnde Belege dafür nachholten. Als der Ausgangspunkt und Wendepunkt dieser jüngsten Periode, die als Rückkehr zu den *Schwann'*schen Principien zu bezeichnen ist, müssen unstreitig *Kölliker's* Untersuchungen über die glatte Muskelfaser betrachtet werden, insofern hier an einem verhältnissmässig weit metamorphosirten Gewebe der einfache Zellentypus auf eine überraschende Weise nachgewiesen wurde. *Schwann* selbst [1]) hatte sich zwar nur unbestimmt darüber ausgesprochen und namentlich eine Verschmelzung mehrerer Zellen zu einer glatten Muskelfaser annehmen zu müssen geglaubt; nachdem jedoch die Kernfaser- und Blastemtheorie auch auf die glatten Muskelfasern angewendet und Uebergänge zwischen diesen und dem Bindegewebe angenommen worden waren (*Henle's* contractiles Bindegewebe), musste die *Kölliker'*sche Entdeckung als eine glänzende Bestätigung und Wiederbelebung der *Schwann'*schen Principien erscheinen, und ich glaube nicht zu irren, wenn ich annehme, dass sie auf viele Histologen diesen Eindruck gemacht hat. Für die Bindegewebsfrage war namentlich der gelieferte Nachweis von Wichtigkeit, dass dem Bindegewebe an vielen Stellen mehr oder minder zahlreiche, oft sehr vereinzelte Muskelelemente beigemengt sind, deren Wirkungen man bisher dem Bindegewebe selbst zugeschrieben hatte. Freilich ging man anfangs zu weit, indem man alle im erwachsenen Gewebe auftretende Faserzellen für muskulöse nahm, wie es *Kölliker* selbst mit der menschlichen Milz [2]), *Virchow* [3]) mit den Nieren geschah u. a. m.; dergleichen Missgriffe, wie sie fast im Gefolge jeder Entdeckung auftreten, gleichen sich jedoch bald aus, indem man noch anderweitige dem Bindegewebe beigemischte Zellengebilde kennen lernte, die zuerst von *Kölliker* [4]) als Elemente des elastischen Gewebes genauer beschrieben wurden, worauf *Virchow* und *Donders* gleichzeitig, Ersterer für die sogenannten Kernfasern, Letzterer für das elastische Gewebe überhaupt, mit einer Formel auftraten, die im Wesentlichen mit der von *Schwann* gegebenen sehr übereinstimmt. Auch hier lag der Fortschritt theils in der abermaligen Bestätigung des allgemeinen Gesetzes von der Zellennatur thierischer Elementartheile, welches hauptsächlich *Donders* in seinen Untersuchungen

[1]) A. a. O. S. 167.
[2]) A. a. O. S. 77.
[3]) Archiv. Bd. III, S. 247.
[4]) Mikroskop. Anat. Bd. II, Heft 1, S. 226, 231, 326.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

über die thierische Cellulose weiter verfolgte, theils in der speciellen Anwendung davon auf die Bindegewebsfrage, welche *Virchow* besonders ins Auge fasste. Auch hier galt es jedoch der Ueberschätzung entgegenzutreten, und wenn man erwägt, dass eine specielle Durchführung, wie sie von *Kölliker* für das glatte Muskelgewebe geliefert wurde, für das elastische bis jetzt nicht vorliegt, und dass selbst die thatsächlichen Angaben von *Donders* und *Virchow* nicht in allen Punkten mit einander übereinstimmen, so wird man den Widerspruch, den nicht nur die empirischen Grundlagen, sondern namentlich auch die von dem Letztern daran geknüpften theoretischen Folgerungen gefunden haben, erklärlich finden. Das letzte Wort scheint mir hier noch keineswegs gesprochen, und nachdem im Vorherigen gezeigt wurde, dass die von *Henle* zuerst angebahnte Blastemtheorie durchaus nicht auf alle «Gewebe der Bindesubstanz» angewendet werden kann, muss ich mich an dieser Stelle dahin aussprechen, dass man andererseits auch in der Rückkehr zu der *Schwann*'schen Ansicht von der Zellennatur der elastischen Fasern zu weit gegangen ist, und mit der sogenannten Kernfasertheorie auch eine Anzahl unzweifelhafter Thatsachen verwirft oder geringschätzt, die derselben zu Grunde lagen.

Schon *Henle* [1]) hatte, wie er sagt, nur mit Rücksicht auf die *Schwann*'sche Zellentheorie, die Sache so dargestellt, als gingen die Kernfasern aus den Kernen der Zellen hervor, welche das Bindegewebe bilden; er lässt sogar die Kerne und Kernfasern ausdrücklich auf den Faserbündeln aufliegen, welche den Zellenfasern entsprechen sollen. Im Grunde läugnet schon *Henle* eine dem Bindegewebe vorausgehende Zellenbildung ganz, ja selbst die glatten Muskeln sind ihm [2]) durch Spaltung des Cytoblastems entstandene, zuweilen in weitere Fibrillen zerfallende, dem Bindegewebe verwandte Gebilde. Diese directe Zerspaltung des Blastems geschieht jedoch stets nach der Richtung der in die Länge wachsenden kern- und zellenartigen Gebilde, welche in demselben auftreten und demnach gleichsam die Richtung der Faserung vorschreiben, durch die Zunahme des Blastems aber mitunter weit voneinander entfernt werden können, wie es auch von mir [3]) an mehreren Orten dargestellt wurde. Ich muss gestehen, dass ich an dieser Darstellung auch heute nur Weniges zu ändern weiss. Ich gebe zu, dass von den sogenannten freien Kernen eine viel grössere Zahl, als ich früher [4]) glaubte, wahre Zellenkerne, d. h. von Zellmembranen umhüllt sind, die mehrfach übersehen wurden; aber ich muss darauf

[1]) Allgem. Anat. S. 194, 499, 576.

[2]) Ebenda, S. 602.

[3]) Diagnose, S. 302, 308, 356 u. a. m.

[4]) Ebenda, S. 304, 440.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bestehen, dass dies bei weitem nicht von allen bisher für freie Kerne angesprochenen spindelförmigen und sonstigen Körpern behauptet werden kann, wenn man nicht die gewöhnlichsten Thatsachen einer Theorie zu Liebe opfern will. Nicht nur trifft man in vielen, zum Bindegewebe gezählten, notorisch aus verschmolzenen Zellen hervorgegangenen Gebilden, wie oben gezeigt wurde, längere Zeit die ganzen oder rudimentären Reste der ursprünglichen Zellenkerne; sondern es findet sich auch, sowohl im pathologischen als im fötalen Bindegewebe, häufig eine grössere oder geringere Menge rundlicher, ovaler, länglicher und zugespitzter Kerne, an welchen niemals, auch nicht durch die Behandlung mit Essigsäure, Kochen u. s. w. eine Spur einer umhüllenden Membran zu entdecken ist. Von *Donders* [1]) wird dies zugegeben, indem er von Fällen spricht, wo «die Zellmembranen nicht zur Ausbildung gelangen und die Kerne bleiben, was sie sind, d. h. Kerne»; und für pathologische Neubildungen muss ich diesen Vorgang fortwährend als den gewöhnlichen festhalten. Diese Kerne scheinen hier vielfach wieder unterzugehen, ohne eine höhere Entwicklung zu erreichen, nachdem sie höchstens zu schmalen, stäbchenförmigen oder zugespitzten Körpern sich verlängert haben, und eine gewisse Form ganz kleiner, dünner, striehartiger Kerne, die im compacten Fasergewebe sehr gewöhnlich sind, wird gewiss Niemand für Faserzellen ansprechen wollen. Man kann sie sehr wohl als abortive Gewebsformen ansehen, wie die grössere Menge der pathologischen Gewebe überhaupt; dass sie aber als solche dem elastischen Gewebe zuzurechnen seien, ist durch Nichts bewiesen, und es ist daher jedenfalls so viel sicher, dass es auch ein Bindegewebe gibt, in welchem die Rolle der Zellen durch blosse Kerne vertreten wird. Diese Thatsache möchte ich festgehalten haben, weil sonst schwerlich eine Verständigung auf dem Boden der Thatsachen zu erwarten wäre.

Ein zweiter Punkt, der hervorgehoben zu werden verdient, betrifft die Betheiligung der Kerne bei der Entwicklung der wahren elastischen Faserzellen (wie nunmehr die Elemente des elastischen Gewebes genannt werden müssten) selbst. *Schwann* [2]) bemerkt darüber nicht viel und es ist zweifelhaft, ob er elastische oder contractile Faserzellen aus der Aorta vor sich hatte; es ist aber bekannt, dass *Gerber* [3]) zuerst die Kernfasern aus wahren Zellenkernen im Innern der Zellen entstehen liess. *Henle* [4]) unterschied ein doppeltes Verhalten

[1]) A. a. O. S. 354
[2]) A. a. O. S. 149.
[3]) Allgem. Anat. S 70.
[4]) A. a. O S. 193, 199, 576.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Kerne im Fasergewebe; ein Theil wird zu Kernfasern, während ein anderer Theil zwar auch in die Länge wächst, aber dann in eine Reihe von Körnern zerfällt (Fettmetamorphose der Neueren) und schwindet. In ähnlichem Sinne habe ich [1]) mich ausgesprochen. Eben so unterschied *Kilian* [2]) im subserösen Gewebe des Uterus (mit Hülfe der Essigsäure) stäbchenförmige und pfriemenförmige Kerne, von denen er die ersteren, welche häufig schwinden, mit der Entwicklung des Muskelgewebes, die letzteren aber mit den elastischen Fasernetzen in Verbindung bringt. *Kölliker* [3]) beschrieb die Entstehung der Kernfasern, abweichend von *Henle* und übereinstimmend mit *Gerber*, wieder aus wahren Zellenkernen, deren Membranen schwinden und in seiner spätern Darstellung [4]) unterscheidet er die Bindegewebs- und Faserzellen hauptsächlich an ihren Kernen, die bei den letzteren nicht schwinden, sondern «zu langen, stabförmigen Körpern werden, neben denen hie und da die übrigen Zellentheile mehr zurücktreten». In ähnlichem Sinne hat sich *Luschka* [5]) geäussert. Auch *Virchow* [6]) nennt diese Kerne «länglich, verlängert und zugespitzt», scheint dies aber nicht für charakteristisch zu halten, da er auch rundkernige Faserzellen hierher zieht. Ueber ihr endliches Schicksal bemerkt er Nichts. Nach *Donders* [7]) aber sollen die elastischen und Kernfasern wesentlich aus den verlängerten Zellmembranen entstehen, deren Kerne schwinden; als thierische Cellulose soll man nach ihm geradezu das elastische Gewebe analysiren können. Unter den Gründen, die *Donders* für diese Ansicht anführt, betrachte ich als den wichtigsten die Unlöslichkeit der elastischen und Kernfasern in Alkalien, worin wenigstens alle mir bekannten Zellenkerne spurlos verschwinden, und wenn sich nachweisen lässt, dass dieser chemische Gegensatz zwischen Kern und Zellmembran ein durchgreifender ist, so wäre meiner Ansicht nach alles Wünschbare für die Diagnose geleistet. Dieser Nachweis ist aber um so unerlässlicher, als es notorische Zellenkerne gibt, die eine sehr beträchtliche Länge erreichen können, wie es schon von den contractilen Faserzellen hinreichend bekannt ist. Ich glaube nun entschieden nicht, dass alle diejenigen verlängerten, spindelförmigen und spiralig gewundenen Körper, welche *Henle* u. A. als verlängerte Kerne beschrieben haben, verlängerte Zellmembranen gewesen sind. Die Essigsäure, deren

[1]) Diagnose, S. 308.

[2]) Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VIII, S. 72; Bd. IX, S. 18.

[3]) A. a. O.

[4]) Verhandl. a. a. O. Bd. III, S. 1.

[5]) *Müller's* Archiv. 1852, S. 413. Nervus phrenicus, S. 44.

[6]) Verhandl. Bd. II, S. 157.

[7]) A. a. O. S. 351.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

allzuhäufiger Gebrauch, wie *Reichert* schon früher an einer Stelle, die ich augenblicklich nicht wiederfinde, mit Recht bemerkt hat, eine Quelle von Täuschungen war, indem sie die vorhandenen Zellmembranen durchsichtig macht und daher übersehen werden lässt, lehrt in anderen Fällen, namentlich in Verbindung mit Jod, auf das Bestimmteste die Anwesenheit ausserordentlich verlängerter Kerne in den elastischen Faserzellen selbst, wie sie in keinem andern normalen oder pathologischen Gewebe gefunden werden. Ich habe auf diesen Punkt in neuerer Zeit eine besondere Aufmerksamkeit gerichtet und der Entwicklung des elastischen Gewebes an den verschiedensten Stellen beim Menschen und Rinde nachgeforscht. Es kommen ganz sicher Kerne und zwar Zellenkerne vor, welche eine enorme Länge erreichen und füglich Fasern genannt werden können. Ihre Schlängelung mag häufig Folge der Essigsäureeinwirkung sein, wenn sie concentrirt angewendet wurde, wodurch auch eine Verschmälerung, überhaupt ein Einschrumpfen bewirkt werden kann, das jedoch im Verhältniss zur Länge kaum in Betracht kommt, wie die Vergleichung mit gekochten Präparaten lehrt. Dass man es nicht mit den verlängerten Zellmembranen zu thun habe, geht, zunächst dem Augenschein, auch daraus hervor, dass solche faserförmige Kerne durch Kali spurlos verschwinden können. Für ein weiteres Charakteristicum halte ich die zugespitzten (pfriemenförmigen) Enden, wodurch sich die Kerne der elastischen Faserzellen von den stabförmigen, abgestumpften Kernen der contractilen Faserzellen durchaus unterscheiden, worauf schon *Kölliker* [1]) hingewiesen; ferner die scharfen, dunklen Contouren dieser Kerne, so wie ihre Homogenität im Gegensatze der blassen, oft feinkörnigen oder mit Kernkörperchen versehenen Kerne der Muskelzellen. Untersucht man an jüngeren Embryonen, so wird man allerdings diese Unterschiede nicht immer ausgeprägt finden, weil alle Kerne noch mehr rund oder oval und selbst die spindelförmigen noch sehr breit sind. Wenn jedoch die Entwicklung der elastischen Elemente in Gang kommt, wird das Bild ein ganz anderes, so dass man gerade an dem Verhalten der Kerne das erste sichere Kriterium für die Deutung der unentwickelten Faserzellen hat. Dieses Kriterium ist um so wichtiger, weil die Entwicklung dieser Elementartheile zum Theil in eine sehr späte Zeit fällt, ja vielleicht während des ganzen Lebens fortdauert.

Solche Stellen, wo man ziemlich constant noch beim Erwachsenen ganz runde, charakterlose, weiterhin aber verschiedene, in der Verlängerung zur Faser begriffene Zellen antrifft, finden sich, um von

[1]) Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. I. S. 49.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Organen, welche allzu häufig pathologischen Processen unterworfen sind (Leber, Milz, Nieren u. a.), nicht zu reden, im lockern Bindegewebe sehr häufig. *Luschka* [1]) fand dergleichen im Gewebe der männlichen Brustdrüse und auf der innern Fläche der Fascia lata. Auch mir sind dergleichen aus dem lockern, succulenten Bindegewebe um Fascien, z. B. beim Ochsen, bekannt, ferner aus dem lockern Bindegewebe im Hodensacke, aus dem zwischen der Muscularis und Schleimhaut des Schweinemagens befindlichen lockern Bindegewebe u. a. m. Einen Theil derselben kann man vielleicht, obgleich sie keinen bestimmten Gewebstypus tragen, als zerstreute Muskelelemente deuten, ein anderer Theil geht aber entschieden in sogenannte Kernfasern über. Ausser jenen langen Kernformen findet man Fälle, wo die Zelle sich schon in äusserst lange und feine Endfäden verlängert hat, in welche die Kerne ebenso fein sich fortsetzen, aber oft noch mit Hülfe der Essigsäure deutlich unterschieden werden können. In anderen Fällen scheint die Zelle mehr zurückzubleiben, vom Kern ganz ausgefüllt zu werden, ja zu verschwinden [2]). Von einem nachträglichen Zerfallen so verlängerter Kerne habe ich mich nirgends überzeugen können. Solche Formen werden aber durch Kali nicht immer verändert und es scheint daher, dass die Kernsubstanz hier eine ähnliche Veränderung erleidet, wie durch die Reactionen gegen Essigsäure und Kali von der alternden Zellmembran hinreichend bekannt ist. Es ist möglich, dass die erhärtende, verlängerte Zellmembran in jenen Fällen den Kern sehr innig umschliesst und mit ihm verschmilzt, gewiss ist aber, dass der Kern bei der Faserbildung eine sehr erhebliche Rolle spielt, und dass man daher keineswegs sicher wäre, reine Zellenmembran zu analysiren, wenn es gelänge, die sogenannten Kernfasern in hinreichender Menge isolirt zu erhalten.

Was hier von den im Bindegewebe zerstreuten, feinen elastischen Elementen gesagt wurde, ist durchaus auf das elastische Gewebe im *Schwann*'schen Sinne zu übertragen. Schon *Henle* [3]) hat vielfach auf die Uebergänge zwischen seinen Kernfasern und den elastischen hingewiesen und im Ligamentum nuchae älterer Rindsfötus von einem bis einige Fuss Länge lässt sich der ganze eben geschilderte Entwicklungsprocess, die Verlängerung der Spindelzellen sammt den Kernen zu langen, anfangs sehr feinen Fäden mit sanften Anschwellungen, das nachträgliche, beträchtliche Wachsthum derselben in die Dicke sowohl als in die Länge, so wie endlich die unter spitzen Winkeln erfolgende

[1]) *Müller's* Archiv. 1852, S. 409.

[2]) Die beste Abbildung dieses Verhältnisses findet sich bei *Panagiotades*. Diss. de gland. thyreoid. struct. Berol. 1847. Fig. V.

[3]) A a O S. 354, 369, 390 400, 553.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

seitliche Aneinanderlegung und Verschmelzung zu elastischen Fasernetzen so bestimmt verfolgen, als man es nur immer wünschen kann. Schon sehr früh bei mehrzölligen Fötus finden sich nach Behandlung mit Kali, wie *Henle* [1]) angegeben hat, einzelne, zerstreute, meistens sehr lange feine Fasern, die sich später vermehren, aber erst in der spätern Folgezeit gegen die Masse der unentwickelten Elemente, deren Membranen und Kerne durch Essigsäure und Kali noch angegriffen werden, überwiegen. Auch das elastische Gewebe hat übrigens, wie das Bindegewebe, seine streitigen Grenzgebiete, die es rathsam machen, die Eigenthümlichkeiten der einzelnen Localitäten und namentlich die Entwicklungsmodi derselben genauer zu studiren, statt sich mit der Aufstellung eines einzigen oder abstracten Schemas zu begnügen. Dahin gehören die aus verschmolzenen, flächenförmig ausgebreiteten Zellenlagen durch Dehiscenz hervorgehenden gefensterten Membranen, wie sie in der innern Gefässhaut und in der Wurzelscheide der Haare auftreten, die sich morphologisch und chemisch den elastischen Fasernetzen ausserordentlich annähern, wie ich am schönsten in der Vena jugularis beim Rinde gesehen habe. Ja direct aus der Intercellularsubstanz können, wie schon *Gerber* und *Henle* [2]) angenommen haben, Fasernetze entstehen, die denen des Ligamentum nuchae und der Gefässhäute in hohem Grade ähnlich sind, wie ich [3]) unter Andern vom Ohrknorpel des Kalbes und der Katze erwähnt habe. Aus geronnenem Faserstoff dagegen, wie Einige gemeint haben, habe ich dergleichen nie entstehen sehen, obgleich die anfängliche Gerinnungsform desselben daran erinnert. Ueberhaupt scheint mir neugebildetes elastisches Gewebe auf höheren Entwicklungsstufen in pathologischen Gebilden eine ziemlich seltene Erscheinung zu sein.

Noch in einem dritten und wichtigsten Punkte muss ich von den den neueren Schriftstellern, namentlich von *Virchow* abweichen, nämlich in der physiologischen Bedeutung, welche er den sogenannten Kernfasern zuertheilt, die nach ihm hohl sein und ein weit verbreitetes, der Ernährung dienendes Röhrennetz der feinsten Art in gewissen, namentlich gefässlosen Organen darstellen sollen. Dieser Punkt ist es, welcher bereits von mehreren Seiten Widerspruch erfahren hat und der auch mir, obgleich schon *Schwann* [4]) eine derartige Hypothese aufgestellt hat, von Anfang die meisten Bedenken erregte. Niemals und an keiner Stelle, weder bei der gewöhnlichen Präparation, noch auf Querschnitten frischer und trockener Objecte habe

[1]) Jahresber. für 1851, S. 29, für 1852, S. 24.

[2]) Allgem. Anat. S. 407

[3]) Beiträge, S. 21, 85. Siehe auch *Donders'* holländ. Beiträge, 1848, S. 265.

[4]) A a O. S. 153.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ich mich von einer Hohlheit der elastischen und Kernfasern überzeugen können; auch werden selbst die breitesten elastischen Elemente nicht erst nach und nach solid, sondern sind es schon von Anfang, wie aus der anfänglichen eminenten Feinheit, so wie aus der Persistenz und eigenthümlichen Verlängerung der Kerne, die in keinem andern Gewebe des thierischen Körpers dieses Wachsthum erreichen, geschlossen werden muss [1]). Auch an den von *Virchow* [2]) namhaft gemachten Stellen (Cornea, Periost, Bandscheiben, Sehnen, Ligamenten u. s. w.) habe ich wohl vielfach mehr oder weniger entwickelte elastische Faserzellen, aber von einem durch dieselben gebildeten Röhrensysteme nicht das Mindeste auffinden können. Dennoch halte ich es nicht für bewiesen, dass *Virchow* an allen diesen Stellen nur Lücken und leere Räume im Bindegewebe, namentlich in bündel- und lamellenförmigen Organen vor sich gehabt hat, obgleich man durch seine neuere Behauptung [3]), dass «das Bindegewebe keine anderen Lücken habe, als die durch Einlagerung zelliger Elemente bedingten», fast mit Nothwendigkeit dazu gedrängt wird, derartige Verwechslungen anzunehmen. Ich erinnere nur an die von mir [4]) beschriebene Structur der Netze und Mesenterien der Erwachsenen, an welchen ich den alveolären Typus des normalen Bindegewebes nachwies. An jedem Querschnitt einer Sehne oder Bandscheibe sieht man die von *Henle* [5]) erwähnten sternförmigen und verästelten Figuren, die den Interstitien zwischen den primären und secundären Bündeln entsprechen und bei weitem nicht alle, ja sogar ziemlich selten zellige Gebilde enthalten. Die *Pacchioni*'schen Granulationen, die nach *Virchow* die schönste Ansicht seiner Bindegewebskörperchen geben sollen, «wenn man sie in ihrer Totalität abschneidet und unversehrt unter das Mikroskop bringt», lassen kaum einer andern Möglichkeit Raum, als dass *Virchow* die Zwischenräume zwischen den mikroskopischen Wärzchen, Auswüchsen und Kölbchen, welche die eigentliche Substanz und auch die Oberfläche der *Pacchioni*'schen Granulationen bilden, für verästelte Zellen genommen hat. Wer überdies

[1]) Auch die glatten Muskelfasern sind nicht hohl, sondern mit einem consistenten Inhalt versehen, der auch nach dem Trocknen nicht verschwindet und worin der Kern central sitzt, wie *Henle* (Jahresb. f. 1851, S. 28) angibt und von einem meiner Zuhörer im Sommer 1852 bei den mikroskopischen Uebungen an Durchschnitten der Vena jugularis des Kalbes selbständig gefunden wurde.

[2]) Verhandl. Bd. II, S. 157

[3]) Archiv. Bd. V, S. 592.

[4]) Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VII, S. 375, Bd. VIII, Taf. II, Fig. 1.

[5]) Jahresber. f. 1852, S. 20.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nicht die *Reichert*'sche Theorie auf die Spitze treibt und überhaupt eine Structur des Bindegewebes zugesteht, wird sich Fasern und Faserbündel nicht ohne Zwischenräume denken können, und selbst Falten und Runzeln können ohne eine Unterbrechung der Continuität, ohne Ränder, Schichten und Oberflächen auch in einer vollkommen homogenen Substanz nicht zu Stande kommen. Ich will jedoch auf die etwa stattgefundenen Verwechslungen verschiedenartiger Dinge kein zu grosses Gewicht legen, denn es finden sich ganz zuverlässig an mehreren der von *Virchow* namhaft gemachten Stellen wirkliche Zellenformen, die bisher zu wenig beachtet worden sind. Diese Zellengebilde haben aber mit den sogenannten Kernfasern keine Aehnlichkeit; meine Erfahrungen führen mich vielmehr zu dem Ausspruche, dass ein grosser Theil, wenn nicht die Mehrzahl der wirklichen Elementartheile, auf welche sich die *Virchow*'sche Theorie stützt, weder zum Bindegewebe noch zum elastischen Gewebe gehört, sondern auf andere Gewebe, namentlich auf unentwickelte Capillargefässe zu beziehen ist. Zuerst anregend war für mich in diesem Punkte *Virchow's* [1]) Behauptung, dass der Nabelstrang weder Blutgefässe noch Nerven enthalte, während doch die *Wharton*'sche Sulze bis in den Nabelstrang hinein beim Fötus — nächst der Froschlarve — die schönste Gelegenheit darbietet, die Entwicklung der erstern zu studiren.

Die *Wharton*'sche Sulze, auf welche ich hiermit noch einmal zurückkomme, ist seit *Bischoff* [2]) schon so oft in Bezug auf Gefässbildung untersucht worden, dass es überflüssig scheinen kann, noch einmal darauf einzugehen. Doch scheint noch keine festgestellte Ansicht darüber zu bestehen. *Bischoff* selbst glaubte seine Wahrnehmungen nicht unter das *Schwann*'sche Schema der sternförmigen Zellen einreihen zu können und in ähnlichem Sinne hat sich *Remak* [3]) ausgesprochen. Meine Untersuchungen darüber reichen bis zu der Zeit hinauf, wo *Kölliker* [4]) seine, der *Schwann*'schen Ansicht günstigen Beobachtungen veröffentlichte. Ich wurde namentlich durch *Remak's* Widerspruch in neuerer Zeit bewogen, sie wieder aufzunehmen, wobei ich mich von Neuem überzeugte, dass zwischen diesen beiden Ansichten keine unübersteigliche Differenz besteht. Da meine Untersuchungen über die Entwicklung des Gefässsystems eine geschlossene Reihe bil-

[1]) Archiv. Bd. III, S. 459.

[2]) Entwicklungsgeschichte des Menschen, S. 276.

[3]) *Müller's* Archiv. 1850, S. 183.

[4]) Ann. des sc. nat. 1846, S. 94. Zeitschr. f. rat. Med. Bd. IV, S. 118

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

den und in manchen Punkten von gangbaren Ansichten abweichen, so möge hier ein etwas weiteres Ausholen gestattet sein.

In der Bildungsgeschichte des Gefässsystems sind, wie schon *Kölliker* angedeutet, mehrere ziemlich deutlich unterschiedene Epochen zu berücksichtigen, in welchen die Vorgänge sehr abweichend zu verlaufen scheinen. Es steht fest, dass das Herz und die grossen Gefässstämme, die mit demselben in Verbindung stehen, allenthalben zuerst entstehen, dass die peripherischen Gefässausbreitungen und namentlich die feinern erst später mit der Ausbildung der Organe auftreten und gleichen Schritt halten, und dass das Capillargefässsystem, wenn es überhaupt zur Ausbildung gelangt, zu allerletzt entsteht. Wenn aber auch das Herz immer zuerst da ist und die Ausbreitung der Gefässe im Allgemeinen centrifugal fortschreitet, so kann man dieses letztere doch nicht als ein blosses Fortwachsen und Hereinwachsen vom Herzen her in die Organe betrachten; denn in manchen Fällen entstehen Centrum und Peripherie so zu sagen gleichzeitig, das verbindende Gefässnetz aber später, wie man am Sinus terminalis der Vögel so schön beobachten kann. Das erste Blut entsteht gleichfalls im Herzen, und zwar aus den centralen Bildungskugeln desselben, indem einzelne Bildungskugeln sich ablösen, unter Farbstoffbildung in kernhaltige Blutkörper übergehen und in der angesammelten Flüssigkeit suspendirt werden. Durch diese an mehreren Punkten beginnende Differenzirung der centralen Herzsubstanz entsteht im Innern derselben ein cavernöses Gefüge, woran man lebhaft durch die Bilder erinnert wird, welche *Brücke* kürzlich in den Denkschriften der Wiener Akademie von dem bleibenden Zustand der Herzhöhlen bei Amphibien gegeben hat. In den Herzwänden nimmt man zu dieser Zeit (bei Hühnchen am zweiten Tag der Bebrütung) noch keine merkliche Differenzirung wahr; die rundlichen, ovalen und spindelförmigen Bildungszellen halten jedoch fester zusammen und schon finden Contractionsbewegungen statt, die man durch Auftropfen von heissem Wasser lange Zeit unter dem Mikroskop erhalten und stets wieder neu beleben kann. Hat der Herzschlauch eine gewisse Länge erreicht, so entsteht durch die Bewegungen ein erst leises, dann immer energischeres Hin- und Herwogen der enthaltenen Blutkörper, vorzüglich nach der arteriellen Seite hin, welche in der Ausbildung vorauszugehen scheint. Ganz auf dieselbe Weise entstehen auch die grösseren Gefässstämme als anfangs solide Organanlagen, deren Achsentheil sich in Blutkörper umwandelt, während die peripherischen Bildungskugeln zu spindelförmigen Zellen mit runden Kernen sich ausbilden, welche, alle nach der Länge des Gefässes gerichtet, eine ziemliche dicke, einfache Längsfaserhaut (Membrana propria vasorum) darstellen, wie ich es auch von den neugebildeten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Blutgefässen in Geschwülsten beschrieben habe [1]). Die Differenzirung ist manchmal so unmerklich und die Bildung des Blutes geschieht so früh, dass man oft nicht sagen kann, ob Blut oder Gefässwand zuerst da sei; fertig gebildet, histologisch differenzirt sind aber die Blutkörper immer zuerst, und insofern kann man sagen, dass das Blut vor den Gefässen da sei, womit natürlich nicht gesagt sein soll, dass die indifferenten Anlagen, das Bildungsmaterial für beide, nicht gleichzeitig entständen und vor der Differenzirung beider vorhanden seien. Ob alles in den Gefässen enthaltene Blut in loco entsteht, ist schwer zu sagen, da die grösseren Stämme in Continuität mit dem Herzen sind und sehr früh schon Blut aus dem letztern in die hohl werdenden Stämme eingetrieben wird; auch liesse die notorische Vermehrung der Blutkörper durch Theilung, von der ich mich bei Säugethieren und menschlichen Embryonen schon vor mehreren Jahren auf das Bestimmteste überzeugt habe, an eine allgemeine Abstammung aus den im Herzen gebildeten glauben. Gewiss ist, dass auch eine peripherische primäre Blutbildung statt findet und dass gerade sie das Hohlwerden der grösseren Gefässe vermittelt. Die beschriebene Bildung der grösseren Gefässe, die sich in der Keimhaut beim Hühnchen, besonders schön aber und noch in einer ziemlich späten Periode in der *Wharton'*schen Sulze der Säugethiere beobachten lässt, gilt, wie *Bischoff* angab, bis zu ihren Verzweigungen hin, und eine bestimmte Gränze zwischen gröberen und feineren Gefässen gibt es nicht. Nur die feineren Zweige und die eigentlichen Capillaren weichen darin ab, dass ich so wenig als *Bischoff* eine Blutbildung im Innern derselben wahrgenommen habe; hier scheint daher nur ein secundäres Eindringen des Blutes von gröberen Gefässen her statt zu finden, mit denen sie entweder schon von Anfang in Verbindung stehen oder durch Wachsthum nachträglich in Verbindung treten.

Verfolgt man z. B. in der *Wharton'*schen Sulze bei sehr kleinen Embryonen von Schweinen oder Wiederkäuern die Gefässstämmchen nach ihren peripherischen Ausbreitungen hin, so sieht man, wie die Zahl der spindelförmigen Zellen, welche ihre Wände zusammensetzen, immer mehr abnimmt, bis zuletzt nur einige, nur zwei oder nur eine einzige den Faden fortspinnen. Je mehr die Zahl der Zellen abnimmt, welche das Gefäss zusammensetzen, desto dünner fallen die Wände des fertigen Gefässes aus und desto grösser ist die Entwicklung der einzelnen Zellen. So erscheinen schon die zwei oder drei Zellen, welche die feinsten Reiser bilden, sehr in die Länge gewachsen, oft mit fadenförmigen Fortsätzen, wodurch sie unter einander in Verbindung

[1]) Diagnose, S. 314.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

stehen, und nicht etwa parallel, sondern offenbar durch ungleiches Wachsthum alternirend gestellt. Die erwähnten Ausläufer und Verbindungsfäden sind oft so fein, dass man an eine innnere Höhlung nicht denken würde, und denoch findet man nicht selten einzelne und sogar mehrere in die Länge gezogene Blutkörper reihenweise in denselben eingesperrt, die auf das Bestimmteste darauf hinweisen, dass hier schon eine Circulation stattgefunden hatte. Manche von diesen Formen sind gewiss durch Zug und Zerrung in Folge der Präparation entstanden. *Henle* [1]) geht aber wohl zu weit, wenn er sämmtliche verlängerte Zellen mit *Reichert* für Kunstproducte erklärt. An den unverletztesten Präparaten, Stücken Sulze, die man einfach abschneidet und der Durchsichtigkeit wegen sehr wohl ohne weitere Zubereitung mikroskopisch betrachten kann, ist das Bild im Wesentlichen dasselbe, und geht man auf die frühesten Perioden zurück, bei einige Linien langen Schaf- und Rindsembryonen, wo die Sulze noch sehr gering und weniger fest ist, wo die Gefässe mehr als eine dünne schichtartige Ausbreitung auf der Allantois erscheinen, von der sie sich erst nach und nach mit der Zunahme der Sulze ablösen, und wo man daher einfach ein ausgeschnittenes Stückchen Allantois, Nabelblase oder Amnion mit den aufliegenden Gefässen auszubreiten braucht, um die schönste Gefässverzweigung zu übersehen, so werden alle Zweifel schwinden.

Von *Schwann's* sternförmigen Zellen war im Bisherigen deswegen noch nicht die Rede, weil sie in der That mit der ersten Gefässbildung nichts zu schaffen haben; sie erscheinen aber constant in einer spätern Periode, wenn nämlich die grösseren Gefässverzweigungen vollendet und ihre peripherischen Ausbreitungen durch die fortwährend zunehmende Intercellularsubstanz weiter auseinander gewichen sind. In dieser vollkommen homogenen, halbfesten, der Substanz des Glaskörpers ähnlichen Sulze finden sich nämlich stets eine Menge einzelner Bildungskugeln zerstreut, denen gleich, welche sich bisher unter Verlängerung zur Spindelform zu zusammensgetzteren Gefässen aneinander gelegt hatten. Schon an diesen Spindelzellen gewahrt man ausser den beiden bipolaren Ausläufern hie und da auch seitlich abstehende, und es ist nichts seltenes, von den letzten Gefässausbreitungen solche feine Ausläufer sich in die Intercellularsubstanz erstrecken zu sehen, in denen noch keine Spur einer Höhlung vorhanden ist und die sich mit Fäden von unmessbarer Feinheit verlieren. Je mehr die Intercellularsubstanz zugenommen hat, je weiter daher der Weg ist, den die Ausläufer der Zellen zu machen haben, um sich zu erreichen, desto zahlreicher werden vollkommen freie und

[1]) Jahresber. f. 1851, S. 41

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

isolirte Zellen, die nicht blos nach zwei Seiten, sondern mit 3, 4, ja 5 und 6 und mehr solcher feiner Ausläufer versehen sind, welche sie nach entgegengesetzten Richtungen, doch im Allgemeinen nicht radiär, sondern vorzugsweise vorn, hinten und seitlich absenden, indem die Spindelform vorwiegt. Eine der häufigsten Formen ist ein drei- oder viereckiger Zellenkörper, der einen runden Kern enthält und drei oder vier jener feinen Aeste in seinen Winkeln aussendet, in welche er mit etwas eingezogenen Contouren übergeht. Es sind dieselben Formen, die *Schwann* [1]) schematisch abbildet. Je älter der Fötus, desto zahlreicher diese Formen, die zuletzt ein dichtes Gewirre von sich durchkreuzenden Fäden mit stellenweisen Anschwellungen darstellen. Um einige chronologische Anhaltspunkte zu geben, bemerke ich, dass bei einem 2‴ langen Rindsembryo, dem kleinsten, den ich (am 4. Juli 1848) erhalten habe, dessen bereis 4″ lange Allantois noch vollkommen frei im Chorion enthalten war und dessen Nabelblase eben zu schrumpfen anfing, ein sehr schönes Gefässnetz die Allantois umhüllte, dessen einzelne Zweige die Zusammensetzung der Wände aus spindelförmigen Zellen sehr deutlich erkennen liessen. Die Wände der grröberen und feineren Gefässe unterschieden sich nur durch ihre Dicke; die *Wharton*'sche Sulze und eigentliche Capillaren fehlten noch ganz. Ganz ebenso verhielten sich die noch sehr schönen und mit Blut gefüllten Gefässe der Nabelblase, an welcher beim Kalbe Capillaren gar nicht zur Ausbildung gelangen. Auf die Breite der Gefässe kommt es dabei nicht an, denn auch zusammengesetzte Zweige sind anfangs sehr dünn und erweitern sich erst nach und nach, indem sie hohl werden; man trifft daher oft varicöse Ausbuchtungen, mit Blut gefüllt, an Gefässen, die ganz fein und blutleer weiter verlaufen. Bei 3—4‴ langen Rindsembryonen, wo die Allantois schon beinahe 1′ lang ist, trifft man auf derselben ziemlich enge, polyedrische Maschen von feinen Gefässen an, auf deren Durchmesser in der Regel mehr als zwei spindelförmige Zellen kommen, die zum Theil schon zu einer structurlosen Haut mit Kernen zu verschmelzen anfangen, ausgebildeten, aber sehr starken Capillaren gleichen und eine oder mehrere Reihen von Blutkörpern enthalten; die feinen Ausläufer einzelner Zellen haben schon begonnen und es scheint, dass auch an schon verschmelzenen Gefässwänden noch fortwährend neue entstehen. Manche feinere Gefässe verlaufen sehr weit ohne alle Anastomosen; alle feinere Gefässe sind anfangs blutleer. Die Wände der gröberen Gefässe sind alle noch sehr dünn, blos aus verschmelzenden spindelförmigen Zellen gebildet. An den grösseren Stämmen sieht man ganz deutlich, dass von aussen her eine fortwährende Verdickung der Wand durch hinzu-

[1]) Taf. IV, Fig. 12.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

tretende spindelförmige Zellen geschieht, die oft unter spitzen Winkeln abstehen und wie verloren gegangen zu sein scheinen. Alle Zellen sind nach der Längsrichtung des Gefässes verbunden. Von einer Ringfaserhaut sowohl als von einem Epithel ist noch keine Spur und man darf die runden gelben Kerne der enthaltenen Blutkörper, welche durch Behandeln mit Wasser oder Essigsäure zum Vorschein kommen, nicht etwa auf ein solches beziehen. Ziemlich ebenso ist das Verhalten noch bei 1″ langen Embryonen, deren Eihäute bereits 4′ lang und mit reichlichen Zotten besetzt sind, von denen jede eine grobe Capillargefässschlinge enthält; die grossen Gefässe haben sich schon ziemlich überall von der Allantois abgelöst und verlaufen frei durch die Sulze zum Chorion, welche letztere in den Gefässmaschen zahlreiche rundliche, indifferente Bildungszellen enthält. Unter den Capillaren der Gehirnhäute fanden sich bei diesen Fötus noch immer eine grosse Anzahl von ausserordentlicher Breite, die sich in feinere theilten; ich maass dort Gefässe mit vollkommen structurlosen Wänden und aufsitzenden Kernen von 0,002‴ bis 0,025‴, im Mittel von 9 Messungen 0,0096‴, ein enormes Verhältniss für Capillargefässe, das nur dahin erklärt werden kann, dass die aus spindelförmigen Zellen zuerst angelegte Gefässhaut nur der innern oder eigentlichen Gefässhaut entspricht, um welche sich weiterhin die Ringfaserhaut und adventitia erst nachträglich aus neuen, vom umgebenden Bildungsgewebe her differenzirten Zellen heranbilden, während von Innen her, ebenfalls secundär, ein Epithel hinzutritt, welches letztere ich bei 1½″ langen Fötus bestimmt erkannte.

Die Bildung sternförmiger, anfangs vollkommen isolirter Gefässzellen studirt man am besten im Schwanze der Froschlarve zu einer Zeit, wo Herz und grössere Gefässstämme längst gebildet sind und die Circulation vermitteln. Man sieht dann an der Peripherie der Gefässausbreitungen, wie sich die freien verästelten Zellen nach und nach den äussersten Gefässschlingen anschliessen und mit den feinen, anfangs soliden Ausläufern derselben in Verbindung treten. Ein grosser Theil der äussersten Verzweigungen ist immer noch blutleer, endigt zum Theil blind, zugespitzt oder schlingenförmig; es bahnt sich die Circulation erst allmählich einzelne, dann zahlreichere Bahnen durch dieselben hindurch, in dem Maasse als die peripherische Fortbildung weiter schreitet. Niemals bilden sich Blutkörper in Capillaren oder einzelnen Gefässzellen und der Process des Hohlwerdens ist daher nicht wie bei den grösseren Stämmen eine Differenzirung centraler Bildungskugeln, sondern einfach eine Folge des Wachsthums. Dies und die mehr selbständige Entstehung der Capillaren unterscheidet sie hauptsächlich von den grösseren Stämmen, obgleich sie im allgemeinern

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Sinne ebenfalls aus verschmolzenen Zellen entstehen und eine scharfe Grenze zwischen gröberen und feineren Gefässen nicht zu ziehen ist. Man kann sich vorstellen, die Bildung der feineren und feinsten Gefässe erfolge, indem die zum Gefässrohr zusammentretenden Bildungszellen immer spärlicher, vereinzelter, aber auch zugleich selbständiger werden, was sich bei den äussersten durch die immer weitläufiger werdende Fortsatz- und Anastomosenbildung äussert. Ist endlich der Vorrath peripherischer Gefässzellen erschöpft, so ist damit den Hülfsmitteln des Bildungsprocesses noch keine Grenze gesetzt, denn auch an den bereits fertigen Gefässen dauert die Bildung von Ausläufern und Anastomosen fort und ich habe die *Platner*'sche Darstellung sowohl in der *Wharton*'schen Sulze und im Gehirn der Säugethiere, als beim Frosch bestätigen können; ja es kann nach den von *J. Meyer* [1]) kürzlich veröffentlichten sorgfältigen Untersuchungen kaum bezweifelt werden, dass dieser letztere Modus noch bei Erwachsenen unter gewissen Bedingungen sich thätig zeigen kann (nicht aber der einzige ist, wie derselbe anzunehmen scheint).

Die schlagendsten Erfahrungen hierüber gewährten mir unter den höheren Thieren Schweineembryonen, die sich überhaupt zu embryologischen Untersuchungen wegen des deutlicher ausgesprochenen Charakters der jungen Gewebe und namentlich der Zellengebilde viel besser eignen als Embryonen von Wiederkäuern, wie ich leider erst einsah, nachdem ich mit Rinderfötus viele Mühe und Zeit zugebracht. Hat man übrigens die Verhältnisse beim Schweine erkannt, so wird man sich leicht auch beim Rinde zurecht finden. In der *Wharton*'schen Sulze 4″ langer Schweinefötus findet man in der That Alles beisammen, grössere und kleinere Gefässe mit einfachen, aber noch nicht überall homogenen Wänden, spindel- und sternförmige Zellen in allen möglichen Uebergangsstufen und Verbindungen, so wie auch noch vollkommen isolirte, runde Bildungszellen zwischen den Gefässmaschen im Uebergange zu den verästelten, fadenförmige und schon ziemlich breite Capillaren, ganz leer, eine Reihe oder nur vereinzelte Blutkörper enthaltend, endlich fertige Capillaren mit fadenförmigen Ausläufern, von denen sich freilich nicht immer sagen lässt, ob sie nicht schon den individuellen Zellen vor der Vereinigung zu Netzen angehört haben. Ausserdem gelang es mir, noch zwei sehr merkwürdige Verhältnisse hier zu constatiren, welche ein Licht auf allgemeinere Bildungsgesetze im thierischen Organismus werfen. In sehr vielen von den sternförmigen Zellen, welche zur Bildung der feinsten Capillaren dienen, bemerkt man eine wahre Prolification der Kerne und zwar durch Theilung, so dass man oft vier Kerne in demselben Zellenkörper

[1]) Annalen der Charité. Bd. IV, 1853, S. 44

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

eingeschlossen findet. Diese Kerne rücken mit dem Wachsthum der Zelle auseinander und scheinen sich wiederholt theilen zu können. Die Kerne der fertigen Capillargefässe entsprechen daher keineswegs eben so vielen Bildungszellen und insbesondere habe ich niemals Reihen von kugeligen Zellen in der Verschmelzung begriffen gesehen, wie u. a. *Kölliker* [1]) neuerdings noch angenommen hat. Diese Vermehrung der Kerne, die auch in bereits verschmelzenden Zellen noch fortdauert, scheint bei dem Wachsthum zusammengesetzter Elementartheile überhaupt eine wichtige, bisher nicht gewürdigte Rolle zu spielen und hier einen der merismatischen Vermehrung der Pflanzenzellen ähnlichen Vorgang anzudeuten. Ich habe dieselbe bisher mit Bestimmtheit noch bei den Primitivmuskelbündeln, bei den Linsenfasern und selbst an structurlosen Häuten verfolgt und nur hierdurch ist der zeitweise grosse Kernreichthum dieser Gebilde erklärlich, der bei dem enormen Wachsthum in die Länge, welches diese Elementartheile durchzumachen haben, unmöglich auf die Zahl der anfänglich verschmelzenden Bildungszellen zurückgeführt werden kann. Ein anderer Punkt, der mein Interesse anregte, betrifft die Herkunft der zahlreichen Bildungszellen, welche man wie aus einer unerschöpflichen Quelle nach und nach in der *Wharton*'schen Sulze auftreten sieht, so wie die Bildung der letztern selbst. Schon vor einer Reihe von Jahren hat eine eigenthümliche Structur auf der innern Seite des Chorion meine Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Sowohl bei Kaninchen, als bei Hunden und Rinderfötus bemerkt man sehr früh, schon vor dem Auftreten der Zottenbildung, an dieser Stelle eine anscheinend structurlose Substanzschicht von eigenthümlich areolärem Gefüge, eine Art durchbrochener Membran, aber von ziemlicher Dicke, wie aufgelockert oder nachträglich gewachsen. In einigen Fällen glaubte ich Kerne darin wahrzunehmen, in anderen eine schöne, pflasterartig angeordnete Zellenschicht, wie sie auf der innern Fläche der vom Embryo ausgehenden Eihäute constant vorkommt. Dass diese Schicht nicht das Chorion selbst ist, sieht man an den umgeschlagenen Rändern, wo dasselbe scharf davon abgesetzt ist und deutlich seine doppelten Contouren zeigt. Man muss vorher das auf der äussern Fläche des Chorion befindliche einfache, später geschichtete Epithel mittelst eines Pinsels entfernen, um keiner Täuschung unterworfen zu sein. Mit was man es hier zu thun habe, wage ich nicht bestimmt zu behaupten, obgleich der Gedanke an eine Metamorphose der serösen Hülle (des Parietalblattes des Amnion) nahe liegt. Von dieser Schicht nun geht meiner Erfahrung nach die Bildung der *Wharton*'schen Sulze hauptsächlich aus, die bekanntlich erst aus der Zeit datirt, wo die

[1] Gewebelehre, S. 577

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zottenbildung und die Gefässverbindung mit der Mutter hergestellt ist. Bei Rinds- und Schweinefötus von einigen Zollen Länge bemerkt man eine sonderbare Metamorphose jener pflasterartigen Zellenschicht; sie rücken stellenweise auseinander, so dass Löcher, Maschen, Areolen zwischen den Zellen entstehen; die sich berührenden Seiten der Zellen aber wachsen in breitere und schmälere Fortsätze aus, die an die Form der Zellen auf den Plexus chorioidei im Gehirn erinnern, und zugleich tritt jene Theilung der Kerne auf, die ich als Einleitung zu einer Vermehrung der Zellen betrachte. Ich habe leider noch nicht Gelegenheit gehabt, den weitern Process zu verfolgen; auch habe ich an dieser Stelle mich von einer Theilung der Zellen selbst nicht überzeugen können [1]); es schien mir aber, als beginne hier aus einer epitheliumartig beisammen liegenden Zellenschicht die Bildung eines netzförmig verbundenen Zellenwerkes, wie ich es als Vorläufer der Capillargefässbildung beschrieb. Dieses Wachsthum und Auseinanderrücken der

[1]) Dass eine solche Vermehrung von Zellen, und zwar epitheliumartiger, stattfindet, davon überzeugte ich mich auf das Bestimmteste an dem einfachen Pflasterepithelium, welches die Allantois junger Schweineembryonen auskleidet. Richtet man sein Augenmerk, nach einfacher Ausbreitung der Haut mit nach oben gekehrter Innenfläche, auf die grösseren polyedrischen Zellen, welche sogleich auffallen, so wird man in sehr vielen einen doppelbrodartigen, biscuitförmigen, zweilappigen oder auch zwei getrennte Kerne finden. Sobald die Kerne etwas auseinander gerückt sind, erscheint eine feine Scheidewand quer durch die Zelle, die sich in einzelnen Fällen sogar auf halbem Wege zu befinden, d. h. mitten zwischen die zwei noch nicht von einander abgerückten Kerne einzuschneiden schien. Etwas Aehnliches glaubte ich in der untersten Schicht des Bindehautblättchens der Cornea beim Frosch zu sehen, wenn ich dieselbe mit Essigsäure durchsichtig gemacht und in toto von der innern Seite her betrachtete. So unglaublich mir die Sache vorkam, so bemühte ich mich doch vergebens, die Entstehung dieser Scheidewand auf aneinander liegende Tochterzellen oder eine andere Täuschung zurückzuführen, an die ich um so eher dachte, als der Vorgang stets mit einer Trübung des Zelleninhaltes einhergeht. Ich beschränke mich daher einfach auf Mittheilung des Factums, indem ich mich auf meine frühere Erklärung beziehe, dass eine endogene Zellenbildung in den fötalen Geweben eine grosse Seltenheit ist (Beiträge, S. 8), so wie ich auch schon lange gezeigt habe, dass die angebliche endogene Zellenbildung im Krebse diese Bezeichnung durchaus nicht immer verdient, indem die endogenen Formen der grossen Mehrzahl nach nur durch Theilung sich vermehrende Zellenkerne sind, wobei das Auftreten eines sich ebenfalls theilenden Kernkörperchens die Initiative zu bilden scheint (Diagnose, S. 279 ff.). Wenn ich daher auch *Remak's* Ausspruch, dass alle Vermehrung von Zellen auf dem Wege der Theilung erfolge, für viel zu weit gehend und factisch unrichtig ansehe, so bin ich doch sehr geneigt, diesem Vorgange eine viel grössere Ausdehnung in thierischen Geweben zuzuschreiben, als man bisher zu thun pflegte.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zellen geht offenbar mit einer Zunahme der Intercellularsubstanz einher, die man entweder als Ausscheidungsproduct der Zellen oder als direct von Aussen eingedrungenes und relativ fest gewordenes Ernährungsmaterial ansehen kann. Die Zellen scheinen jedoch nicht unmittelbar zu verschmelzen, denn man sieht noch deutlich die trennenden Contouren, sondern zunächst blos einen Vermehrungsprocess vorzunehmen, womit die Quelle der zahlreichen zelligen Elemente der *Wharton*'schen Sulze aufgedeckt wird.

Noch in einer andern Beziehung war mir das Ei des Schweines lehrreich. Es ist eine schon von *Bischoff* constatirte und seitdem vielfach bestätigte Thatsache, dass die Zellen des Chorions beim Menschen und Kaninchen als solide und structurlose Wucherungen des Blastems auf der äussern Oberfläche des Chorions entstehen, und zwar zu einer Zeit, wo das Chorion selbst noch gefässlos ist, ja ehe die Bildung des Embryo bis zur Gefässbildung vorgeschritten ist. In diesen soliden Wucherungen, und zwar in der kolbig angeschwollenen Spitze derselben, entstehen zuerst kernartige Gebilde von rundlicher Form, die allmählich in die längliche, ovale und spindelförmige übergehen, während der Stiel noch vollkommen structurlos sein kann. Die Bildung von Gefässen der feinern Art, jedoch nicht eigentlich capillären, geschieht hier ganz in derselben Weise wie anderwärts und es entstehen erst solide Stränge von Faserzellen, die nachträglich hohl werden und in der gewöhnlichen Weise von den grösseren Stämmchen, die von Innen an das Chorion herantreten, gefüllt werden. Das Chorion selbst erhält in dieser Zeit eine Art Organisation, indem in der structurlosen Haut desselben kernartige Gebilde auftreten, welche in ihrer weitern Ausbildung die directe Vermittelung zwischen den Gefässen der Sulze und den Zellengefässen übernehmen; das Chorion verhält sich demnach selbst als structurloses Blastem, ähnlich der Sulze. Ganz abweichend von diesem Modus fand ich den Vorgang beim Schweine und Rinde, wo die Zellen viel später, zu einer Zeit auftreten, wo das Gefässsystem der *Wharton*'schen Sulze schon eine viel grössere Ausbildung erlangt hat. Die Anfänge der Zotten erscheinen dann als fertige Gefässschlingen, mit Blut gefüllt, welche gleichsam ebenso viel Ausbuchtungen des äusserst dünnen und structurlosen Chorion vor sich hertreiben; sie sind also durch Wachsthum bereits fertiger Blutgefässe entstanden. Eine Uebergangsstufe beider Modi fand ich bei Hundeeiern vom 24. Tage der Befruchtung. Auch hier geht die Bildung der Zotten der der Gefässe voraus; die Zotte erscheint aber nicht als solide, sondern als blindsackige, mit breiterer Basis aufsitzende, collabirende Ausstülpung des Chorions, mit einem offenbar weichen, halbflüssigen Inhalt, der eine directe Fortsetzung der *Wharton*'schen Sulze zu sein scheint. Später beginnt darin die Gefässbildung in ähnlicher Weise, wie bei

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

den übrigen Thieren, deren Zotten sehr frühzeitig entstehen, und beim Menschen. In der Weise, wie beim Rinde und Schweine die Zotten des Chorion entstehen, scheinen mir auch die Kiemengefässe der Froschlarven als schlingenartige Ausbiegungen grösserer Gefässe zu entstehen, da man sie frühzeitig nur von einem einfachen Epithel bekleidet, aus structurlosen dünnen Wänden mit aufsitzenden länglichen Kernen bestehend, ohne weiteres Constituens oder Bindemittel, je eine Schlinge eine frei ins Wasser hängende Zotte darstellen sieht. Die Bildung peripherischer Gefässschlingen wäre demnach hier, ganz analog der Bildung der Drüsenbläschen, eine Art Knospenbildung durch Auswachsen eines aus verschmolzenen Zellen gebildeten secundären Gewebes. Auch die Bildung der Plexus chorioidei im Gehirn kann hier erwähnt werden; wenigstens fand ich bei 6″ langen Rindsfötus die Seitenventrikel mit sehr breiten Gefässen angefüllt, welche plumpe, sehr breite Ausbiegungen machen, vollkommen structurlose Wände mit ziemlich sparsamen Kernen und einem reichlichen Epithelüberzuge aus grossen, blassen Kernzellen besitzen. Die weitere Ausbildung der Gefässschlingen geht auch hier, wie es scheint, durch Wachsthum und Ausbildung der fertigen Gefässe vor sich.

Hat man einmal die Gefässbildung an einem so unzweideutigen Orte, wie in den Eihäuten, verfolgt, so wird man sich auch in anderen Organen des Embryo, wo die Anwesenheit und gleichzeitige Entwicklung anderer Gewebe, so wie die geringere Menge oder der Mangel der Intercellularsubstanz Schwierigkeiten macht, zurecht finden. Das Gehirn empfiehlt sich in dieser Beziehung vor anderen Organen: doch besitze ich gerade hierüber nur höchst unvollständige Aufzeichnungen und bedaure, zu spät darauf aufmerksam geworden zu sein. Nur so viel habe ich mir bemerkt, dass die Capillaren des Gehirns schon früh, bei 1½zölligen Rindsfötus, fertig gebildet sind, während die Pia mater noch viele gröbere unreife Gefässe enthält. Als einer unerlässliche Bedingung zur Wahrnehmung und Erkennung der in der Bildung begriffenen Gefässe muss ich die Füllung mit Blut bezeichnen, und eigene Erfahrung hat mich überzeugt, dass die negativen oder schwankenden Angaben darüber hauptsächlich daher rühren, dass man in Organen und Embryonen nachgesucht hat, die entweder nicht ganz frisch oder blutleer waren. Um klare überzeugende Bilder zu erhalten, sind ganz frische Eier am besten, die man noch warm am Schlachttage erhält. Ich unterbinde dann zuerst den Nabelstrang, ehe ich die Eihäute entferne und erhalte so dem Fötus seine natürliche Injection. Untersucht man dann beliebige Organe, so wird man über den Blut- und Gefässreichthum erstaunt sein, wo sonst nur ein unverständliches Chaos runder, spindel- und sternförmiger Zellen erscheinen würde. In dem Unterhautgewebe bei 1—2″ langen Rindsfötus

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

z. B. kann man dann dieselben unreifen Gefässe, deren Wände aus spindelförmigen Zellen gebildet sind, verfolgen, wie in den Eihäuten. Im Anfange sind auch hier nur Netze gröberer Gefässe vorhanden, wenn auch deren Breite die von gewöhnlichen Capillaren anfangs nicht viel übertrifft. Sehr oft trifft man noch solide Ausläufer und Maschen, aus anastomosirenden Zellenfasern gebildet, denen sich weiterhin sternförmige Zellen anschliessen u. s. f. Bei Schaf- und Rindsfötus von einigen Zollen trifft man, z. B. in Sehnen und anderen weiter organisirten Organen, stets vollkommen structurlose, dünnwandige Capillaren mit zahlreichen Kernen, denen der Erwachsenen ganz ähnlich, aber zuweilen von auffallender Breite. Feinere Venen scheinen diesen Charakter länger zu behalten, als feine Arterien, und sogar beim Erwachsenen kommen in der Pia mater z. B. Gefässe grössern Kalibers, offenbar Venen, vor, welche ganz an embryonale Formen erinnern.

Es gibt Organe, in welchen das Gefässsystem niemals über eine fötale Stufe hinauskommt, und unter denselben vor Allem eines, welches wahrhaft prachtvolle Bilder von breiten, weite Maschen bildenden Gefässen mit dünnen, vollkommen structurlosen Wänden liefert, nämlich die Linsenkapsel und die Kapselpupillarmembran bei Menschen- und Säugethierfötus aus der ersten Hälfte des Fötallebens. Die Gefässe der Linsenkapsel liegen auf der structurlosen Membran, ragen an umgeschlagenen Rändern weit über dieselbe hervor und verlaufen ziemlich weit, ohne Aeste und Anastomosen zu bilden; der Kernreichthum ist oft gross, doch liegen alle Kerne nach der Längsachse des Gefässes; manchmal läuft ein Gefäss in einen langen, dünnen, soliden Faden aus, mit einzelnen Anschwellungen, worin Kerne liegen. Um den Glaskörper herum und namentlich in der tellerförmigen Grube findet man bei Rinds- und Schweinefötus von 5—10″ Länge ein dichteres Maschennetz, das seinen Ursprung mit mehreren grösseren Stämmchen aus der Arteria centralis nimmt und nicht überall für das Blut durchgängig zu sein scheint. Es kommen Bilder vor, die ganz an das netzförmige Bindegewebe von *Kölliker* erinnern, balkenartige Reihen von spindelförmigen Zellen, die ich für unreife Gefässe gröberer Art gehalten habe. Manchmal scheint eine einzige spindelförmige Zelle mit langen Fortsätzen zwei gröbere Gefässe zu verbinden. Auf der Linsenkapsel ist zwischen den Gefässen keine erhebliche Intercellularsubstanz wahrzunehmen, doch scheint bei jüngeren Fötus eine dünne Gallertschicht die Kapsel zu bedecken, die jedoch kein äusseres Epithel hat, wie *Brücke*[1] behauptete. Dagegen findet sich stets eine reichliche Intercellularsubstanz, die fortwährend zunimmt, um die Ar-

[1] Augapfel S. 30.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

teria centralis bulbi und ihre Ausbreitungen; sie bildet in ihrer endlichen Anhäufung, nach dem theilweisen Wiederuntergang der Gefässe, den Glaskörper des Erwachsenen, den *Virchow* daher mit einigem Recht mit der *Wharton*'schen Sulze vergleicht. Auch hier enthält die Intercellularsubstanz früher zerstreute runde und spindelförmige (selten sternförmige) Zellen, deren Zahl jedoch stets sehr gering ist und später ganz zurücktritt. Alle diese Zellen zeichnen sich durch ihre grossen, runden oder ovalen, niemals verlängerten oder zugespitzten Kerne aus und ich kann keinen Anstand nehmen, sie als unausgebildete Elemente des Gefässsystems zu betrachten. Ganz ähnliche finden sich zufällig oder bei einigem Nachsuchen in den verschiedensten Geweben, besonders im lockern Bindegewebe und namentlich auch im Nabelstrang, und zwar hier, z. B. bei 1′ langen Rindsfötus, in allen Uebergängen zu reifen und unreifen Capillaren; doch scheint der Nabelstrang derjenige Theil der Eihäute zu sein, wo die capillären Gefässe am weitesten zurückbleiben, ja vielleicht später wieder untergehen, während die grossen Stämme sich weiter entwickeln und die Intercellularsubstanz einen deutlicher streifigen oder faserigen Charakter annimmt. Die vorhandenen capillären Gefässe zeichnen sich durch ihre Länge aus, während daneben runde, spindelförmige und namentlich sternförmige Zellen in Menge existiren. Von entwickelten elastischen oder Kernfasern habe ich weder im Nabelstrang noch in der *Wharton*'schen Sulze jemals eine Spur angetroffen.

Diese Erfahrungen, die mir grösstentheils schon längere Zeit bekannt waren, erregten sogleich nach dem Bekanntwerden der *Strube*'schen und *Virchow*'schen Beschreibung der sogenannten Hornhautkörperchen die Vermuthung bei mir, dass dieselben ebenfalls hierher gehören und somit die abortiven oder nicht zur Entwicklung gekommenen Gefässelemente der Cornea sein möchten. Diese Vermuthung gewann an Zuversicht durch die Untersuchungen von *Coccius* [1]), die, wenn auch in theoretischem Gewand, doch offenbar einen Kern sorgfältiger und ausdauernder Beobachtungen enthalten. Die spindelförmigen Anhänge der feinsten Hornhautgefässe, in welche *Coccius* von den letzteren aus Blut eingetrieben haben will, können, trotz der sonderbaren Deutung, die er ihnen gibt, nichts Anderes als unentwickelte Capillaren gewesen sein, deren weiteren Verlauf *Coccius* übersah. Ob eine Andeutung von *Luschka* [2]) über Hornhautgefässe hierher zu rechnen sei, ist mir zweifelhaft geblieben. Von Bedeutung wurde

[1]) Ueber die Ernährungsweise der Hornhaut und die Serum führenden Gefässe 1852, S. 86, 88, 95, 116, 149, 149

[2]) Zeitschr. f. rat. Med. 1851, S. 29

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

aber eine Notiz von *Kölliker* [1]) über «feine, blinde oder anastomosirende Ausläufer an den Hornhautcapillaren von Säugethieren, welche keine Blutkörperchen enthalten und vielleicht als offene Kanäle, wahre Vasa serosa zu deuten sind». Dieselben werden in der Gewebelehre desselben Autors wieder erwähnt und für «obliterirte Capillaren» erklärt. Endlich lassen die kürzlich von *His* gegebenen schönen Zeichnungen keinen Zweifel über die Verschiedenheit dieser Gebilde von den Kernfasern, wie ich Herrn Prof. *Miescher,* der mir dieselben mittheilte, auf den ersten Blick erklärte. Ich glaube, dass nach den oben gegebenen Nachweisen kaum ein Zweifel über die richtige Deutung dieser Gebilde mehr übrig bleiben wird. Ich ziehe aber dahin nicht blos die blinden Ausläufer der Hornhautcapillaren, sondern den grössten Theil der sogenannten Hornhautkörperchen, unter welchen sich, nach genaueren Untersuchungen, die hier neuerdings angestellt wurden, zwei durchaus verschiedene Typen unterscheiden lassen. Früher waren mir nur aus der Hornhaut des Frosches sonderbare Formen bekannt, die ich als missstaltete Kerne betrachtete und die sich von den sogenannten Kernfasern in der Hornhaut der höheren Thiere durch ihre mehr unregelmässige Gestalt (wie arabische Buchstaben) unterscheiden. Durch *Strube, Virchow* und *His* ist die Aufmerksamkeit auf gewisse sternförmige und verästelte Zellenformen mit rundlichen Kernen und langen, anastomosirenden Ausläufern gelenkt worden, die ich unter allen untersuchten Thieren wiederum beim Schweine am schönsten ausgesprochen finde. Hier finden sich Formen, die namentlich durch das sparrige, steife Ansehen der oft zahlreichen Ausläufer und die Anastomosen desselben sehr an Knochenkörperchen, besonders der Fische, erinnern. Man findet sie vorzugsweise in der Nähe der *Descemet'*schen Haut, also in den innersten Schichten der Cornea, die sich durch ihre Homogenität auszeichnen, während ich die äusseren Schichten öfter, namentlich beim Pferd, lockerer und faseriger gefunden habe. Die Ausläufer gehen mitten durch die Lamellen hindurch und durchkreuzen sich namentlich gern unter rechten Winkeln. Beim Kalbe sind diese Gebilde viel weniger ausgebildet, noch weniger und zugleich spärlicher beim Hund und der Katze. Ob diese Ausläufer hohl sind und demnach ein wirkliches Röhrensystem darstellen, scheint mir durch directe Beobachtung kaum auszumitteln. Auch ich habe öfter hier, in Sehnen und anderwärts den röthlichen Schimmer bemerkt, den *Virchow* hervorhebt, aber nur in ganz evidenten einfachen Spalträumen, so wie an freien Rändern angesäuerter oder gekochter Bindegewebspräparate, niemals dagegen in notorischen Capillargefässen oder deren Ausläufern oder sonstigen Faserzellen. Bei weitem in den meisten Fällen erschienen

[1]) Verhandl. Bd. III, S. XIV. Gewebelehre, S. 559.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mir die Fäden vollkommen solid und homogen, wie die Ausläufer der embryonalen Gefässe und Gefässzellen überhaupt. Auch der *Hessling'*sche Versuch [1]), die Hornhaut mit Carminlösung zu tränken, wobei die Röhrchen sich füllen sollen, beweist dieses nicht und lehrt nicht mehr, als Färben mit Jod oder anderen gefärbten Substanzen. Es imbibirt sich das ganze Gewebe, wobei wie in allen Fällen die Schattentöne schärfer hervortreten, die zellenartigen Gebilde dunkler gefärbt erscheinen, als die durchsichtigere Intercellularsubstanz, aber auch blosse Interstitien sich anfüllen. Setzt man später Essigsäure zu, so erblasst allerdings die Intercellularsubstanz zuerst, die Körperchen aber später ebenfalls und es wäre auch nicht einzusehen, warum die Essigsäure, im Falle eines wirklich vorhandenen Röhrensystems, nicht ebenso gut als die Carminlösung in die Röhrchen eindringen und die letztere auch dort erreichen sollte. Wenn ich daher die Hohlheit dieser Ausläufer nicht für bewiesen und der Analogie nach auch nicht für wahrscheinlich halte, so gebe ich doch zu, dass, wie in embryonalen Geweben, ein Theil derselben, namentlich wo sie mit den entwickelten Gefässen in Verbindung stehen, eine höhere Entwicklung erreicht haben kann und den Uebergang zu denselben bildet. Eine andere Frage ist es, ob diese Gebilde, die das nicht zur vollständigen Reife gediehene Capillarsystem der Cornea repräsentiren, nicht unter besonderen Umständen einer höhern Entwicklung auch beim Erwachsenen noch fähig sind? Das fast plötzliche Auftreten von blutgefüllten Gefässen in der entzündeten Cornea, welches den Augenärzten von jeher eines der interessantesten Probleme war und sie fast unwiderstehlich immer wieder zur Annahme der den Anatomen unerreichbaren Vasa serosa trieb, dürfte wohl schwerlich eine erwünschtere Erklärung finden können, und wenn irgendwo, so ist hier ein Fall, wo das Bedürfniss des Praktikers und das der Wissenschaft sich auf dem Wege des Experiments der gleichen Befriedigung erholen dürften.

Ganz verschieden von den eben beschriebenen zellenartigen Gebilden der Hornhaut sind die sogenannten Kernfasern derselben, die sich ebenfalls beim Schwein, ferner beim Kalbe, fast gar nicht aber bei der Katze ausgebildet finden. Während die Gefässzellen stets durch einen mehr oder weniger rundlichen oder ovalen Kern charakterisirt sind, finden sich in jenen die gewöhnlichen, langen, zugespitzten, scharfcontourirten Faserkerne, deren oben schon als charakteristischer Merkmale der jungen elastischen, und in specie der *Henle'*schen Kernfasern gedacht wurde. Genauere Prüfung lässt hier oft genug die ursprüngliche Zellennatur erkennen; sehr

[1]) Illustrirte med. Zeitung Bd. I, S. 172.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

häufig verlängert sich der Zellenfortsatz über den Kern hinaus; sehr selten findet man mehr als zwei bipolare Fortsätze; die Zelle erscheint in den meisten Fällen als ein feiner langer Faden, der nur an der Stelle des Kernes eine unmerklich sich verjüngende Anschwellung zeigt. Anastomosen geschehen in weiter Entfernung und gewöhnlich unter sehr spitzen Winkeln, nicht durch Verästelung der einzelnen Zellen, und sind im Ganzen hier in der Cornea viel seltener als anderwärts; auch verlaufen sie meistens in der Richtung der Lamellen, nicht dieselben durchsetzend, wie die Ausläufer der Gefässzellen. Essigsäure verändert sowohl Gefässzellen als Kernfasern nicht viel, macht sie jedoch deutlicher durch Aufhellung der Intercellularsubstanz; Kali dagegen lässt nur einen Theil der Kernfasern übrig. Von Spiralfasern, die sonst fast in allen Bindegewebsformationen vorkommen, ist mir in der Cornea nie etwas begegnet; dagegen sehr oft ein Bild, welches zu Täuschungen Anlass geben könnte. An senkrechten Schnitten getrockneter Hornhäute, die man in Wasser aufquellen lässt, erscheinen die Durchschnitte einzelner Lamellen, besonders am Rande ungleich aufgequellen, an einer Seite bauchig aufgetrieben oder mit zahlreichen circulären, nicht spiraligen Einschnürungen versehen, wobei die einzelnen Lamellen sich beträchtlich voneinander entfernten. Die Beobachtung und der weitere Verlauf klärt die Sache leicht auf [1]). Nach allem dem halte ich die Cornea für ein Gewebe, welches zwar eine höhere Entwicklungsstufe erreicht, als die *Wharton*'sche Sulze und der Glaskörper, welches ihnen aber doch nahe gestellt werden kann und den Uebergang zu höher organisirten Geweben, namentlich zu demjenigen bildet, welches gewöhnlich als lockeres Bindegewebe bezeichnet wird. Die Cornea des Fötus unterscheidet sich daher auch von anderen embryonalen Geweben sehr wenig. Bei 8″ langen Rindsfötus ist die *Descemet*'sche Haut schon da, desgleichen das Epithel auf beiden Oberflächen, auf der äussern bereits geschichtet. Alle Lagen sind aber noch sehr dünn, auch die Glashaut, die sich ganz wie eine basement membrane verhält, ohne dass ich bestimmt angeben kann, ob sie ursprünglich als Ausscheidung oder aus verschmolzenen Zellen entsteht. Die eigentliche Cornea, die anfangs nur gewöhnliche Bildungszellen mit wenig Intercellularsubstanz enthält, wächst hauptsächlich durch Zunahme der letzteren, während die Differenzirung der Bildungszellen in Gefässe, Nerven, elastische Fasern u. s. w. vor sich geht. Noch beim neugeborenen

[1] Eine ähnliche Erscheinung bemerkte ich an Bindegewebsbündeln der gekochten Sclerotica von Schweinen und Kälbern, welche, offenbar durch Aufquellen, ziemlich regelmässig quergestreift erschienen, fast wie Muskelprimitivbündel, nur grober und rauher. Auch in der *Wharton*'schen Sulze ist mir Aehnliches vorgekommen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Hündchen ist dieser fötale Charakter sehr ausgesprochen, die Menge der Intercellularsubstanz gering, die Zahl der unreifen Zellengebilde überwiegend. Die Sclerotica der Erwachsenen unterscheidet sich von der Cornea sehr beträchtlich, nicht nur durch die höhere Entwicklung aller Gewebe, sondern auch durch die Anordnung derselben, obgleich eine scharfe Grenze zwischen Sclerotica und Cornea nicht existirt. Es ist namentlich der lamellöse Bau viel weniger ausgesprochen. Die inneren Schichten fehlen ganz, die Faserzüge sind mehr verflochten, die Menge durchsichtiger Intercellularsubstanz viel geringer. Doch finden sich auch in der Sclerotica stets noch eine beträchtliche Anzahl unreifer elastischer und Gefässzellen, wozu noch ein neuer, ebenfalls mehr embryonaler Gewebstheil, die spindel- und sternförmigen Pigmentzellen, hinzutreten, die weiterhin in der Lamina fusca und in der Chorioidea (in welcher letztern ich übrigens beim Kalbe auch wahre Capillargefässe der feinern Art gesehen habe) überwiegen.

Die Zahl der Gewebe und Organe, in welchen dergleichen fötale Gebilde, namentlich auch unentwickelte Gefässzellen mehr oder weniger constant vorkommen, lässt sich noch beträchtlich vermehren. Es gehören dahin fast alle Bindegewebsformationen, vor allen solche, deren Gefässarmuth oder Gefässlosigkeit gewöhnlich angenommen wird, wie namentlich die serösen Häute, die Bandscheiben u. a. m. Man trifft sie aber auch in den Centralorganen des Nervensystems, z. B. am Infundibulum, in vielen Drüsen, im Knochenmark u. s. w. Auch für die vergleichende Histologie niederer Thiere scheinen durch die Entwicklungsgeschichte der Gefässe neue Aufschlüsse in Aussicht zu stehen, welche die Abwesenheit capillärer Gefässe bei vielen Wirbellosen verständlicher machen dürften, nachdem *H. Müller* [1]) bei Cephalopoden sternförmige Zellen angetroffen, welche mit den Blutgefässen in Verbindung standen und welche er den *Virchow*'schen Bindegewebskörperchen vergleicht. Endlich brauche ich kaum darauf hinzuweisen, dass auch die pathologische Histologie hier eine Lücke hat, deren Ausfüllung nun nicht mehr so schwer erscheint. Dass die neugebildeten Gefässe nicht den Charakter gewöhnlicher Capillaren, sondern namentlich ein viel gröberes Kaliber haben, darüber stimmen alle überein; eigentliche Capillaren sind sehr selten [2]), sehr häufig aber, besonders in höher organisirten Afterbildungen, geschwänzte, spindel- und sternförmige Zellen, worüber ich keine näheren Citate beizubringen nöthig habe. Schliesslich will ich, um etwaigen persönlichen Controversen im Voraus zu begegnen, erwähnen, dass schon *Schwann* [3]) eine hierher gehörige

[1] Diese Zeitschr. Bd. IV, S. 340.

[2]) Diagnose, S. 314.

[3]) A. a. O. S. 187.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Vermuthung gehabt, die sich bei *Henle* [1]) noch bestimmter ausgesprochen findet.

Folgende differente Metamorphosen können nach dem Gesagten für jetzt unter den bekannten spindelförmigen und geschwänzten Zellen der embryonalen Gewebe überhaupt und des embryonalen Bindegewebes insbesondere mit Sicherheit unterschieden werden:

1) Die contractile Faserzelle, ausgezeichnet durch die permanente Selbständigkeit und mangelnde Neigung zur Verschmelzung, durch das beträchtliche bipolare Wachsthum und die Persistenz der Kerne, welche die Stäbchenform nicht überschreiten; endlich durch die bekannten Reactionen gegen Essigsäure, Salpetersäure und Kochen.

2) Die elastische Faserzelle, ausgezeichnet durch das fast unbegrenzte Wachsthum der spindelförmigen oder pfriemenförmigen Kerne, die Resistenz gegen Essigsäure und Kali, die Neigung zu Anastomosen- und Netzbildung bei in der Regel ebenfalls bipolarem Wachsthum.

3) Die Gefässzelle, charakterisirt durch die runden oder ovalen, durch spontane Theilung sich vermehrenden Kerne, durch das multipolare Wachsthum der Zellenkörper und durch die entschiedene Neigung zur Verschmelzung, die entweder eine mehr seitliche und totale (in den grösseren Gefässen bis zu den gröberen Capillaren herab) oder eine mehr peripherische, mittelst der Ausläufer (in den feinsten Capillargefässen und Vasa serosa) sein kann.

Diese Beschreibungen mögen noch im Einzelnen schärfer gefasst und verbessert werden können und ich möchte sie durchaus nur als provisorische betrachten, wie sie aus meiner individuellen, wenn auch ziemlich ausgedehnten Erfahrung hervorgegangen sind; aber ich glaube, dass sie das Wesentlichste enthalten und als sichere Anhaltspunkte für weitere Forschungen dienen können. Auf keinen Fall ist die Mannichfaltigkeit der Elementartheile, welche auf ihrem Entwicklungsgange zu differenten Geweben einmal den obengenannten gleichen, damit erschöpft. So schliessen sich in vieler Beziehung an die Gefässzellen die sogenannten sternförmigen Pigmentzellen sehr nahe an; ja sie sind, wie es scheint, nur durch die Verschiedenheit des Zelleninhaltes von ihnen verschieden. Schon *Schwann* [2]) hat diese Aehnlichkeit hervorgehoben, um vor Verwechslungen zu warnen, und sie ist seitdem mehrfach zur Sprache gekommen. Bei Frosch- und namentlich bei Tritonenlarven ist die Farbe des Pigmentes, das in den Zellen in ganz ähnlicher Weise entsteht, wie der Blutfarbestoff in den Blutkörperchen, dem letztern so ähnlich in Farbe und Consistenz,

[1]) Allgem. Anat. S. 379.

[2]) A. a. O. S. 186.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dass man unwillkürlich an die jetzt wohl hinreichend nachgewiesene morphologische und chemische Uebereinstimmung mit dem pathologischen, notorisch aus dem Blutfarbestoff hervorgegangenen schwarzen Pigmente erinnert wird. Eben in der eigenthümlichen Beschaffenheit des Zelleninhaltes liegt aber das unterscheidende Moment den Capillargefässzellen gegenüber, in welchen sich niemals freies Pigment bildet und in welche auch die farbigen Blutkörperchen erst von den grösseren Gefässen her nachträglich eingetrieben werden. Auch in der Chorioidea ist das Zusammentreffen der Gefäss- und Pigmentbildung in die Augen fallend und man könnte vielleicht auf den Gedanken kommen, zwischen dem von *Brücke* [1]) beschriebenen netzförmigen Bindegewebe (den sternförmigen Pigmentzellen *Schwann's*) und dem Blutgefässsystem eine nähere genetische Verwandtschaft zu suchen, wenn nicht in der Chorioidea auch wahre Capillargefässe vorkommen, so dass ihre Stelle nicht etwa durch jenes netzförmige Gewebe vertreten wird. Eher wäre ich geneigt, das zuerst von *Valentin* [2]) in der *Wharton*'schen Sulze und an den Vorhöfen des Froschherzens, später von *Kölliker* [3]) aus der Zahnpulpe und der Allantois beschriebene «netzförmige Bindegewebe» ganz oder grösstentheils zum Gefässgewebe zu ziehen. Was ich wenigsens an diesen Stellen gesehen habe, so wie die Beschreibung, welche die genannten Histologen davon geben, gestattet mir kaum eine andere Deutung. Die Untersuchungen, die ich in neuerer Zeit darüber angestellt habe, sind jedoch nicht so vollständig, dass ich mich ganz bestimmt ausdrücken kann, und zugleich darf man nicht übersehen, dass die unzweifelhaft aus verschmolzenen Zellen hervorgegangene Membrana propria der Gefässe in den grösseren Stämmen, namentlich in Venen, ganz den bindegewebigen Charakter annehmen kann, den wir schon an den Eihäuten kennen gelernt haben. Wenn sich nachweisen lässt, dass ein Theil der nach *Kölliker* aus Spindezellen zusammengesetzten Balken des «netzförmigen Bindegewebes» solid bleibt und nach Verschmelzung der Zellen, unter Resorption der Kerne, zu Faserbündeln dehiscirt, so würde den oben aufgezählten Formen eine weitere, die Bindegewebszelle, anzureihen sein. Sichere Erfahrungen darüber werden begreiflicherweise nur in solchen Organen gewonnen werden können, wo eine möglichst geringe Vermischung differenter Gewebe stattfindet. Hierzu empfehlen sich vor Allem die auch von *Kölliker* besonders berücksichtigten Sehnen, die aber bei sehr kleinen Embryonen studirt werden müssen, da die fibrilläre Structur schon bei 1—2″ langen Rindsfötus deutlich ausgesprochen

[1]) Augapfel, S. 20.
[2]) Handwörterbuch, Art. Gewebe. Bd. I, S. 625.
[3]) Diese Zeitschr. Bd. I, S. 54. Mikroskop. Anat. Bd. II, 2. Abth., S. 499.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ist. Leider steht mir hier nicht eine so grosse Anzahl junger Rindseier zu Gebote, wie früher in Heidelberg, und ich habe daher diesen Punkt nicht zu meiner Befriedigung verfolgen können. Was ich mir aus früherer Zeit aufgezeichnet, stimmt mit meiner damaligen Ansicht überein, wornach das homogene Blastem, unter Verlängerung der darin auftretenden Kerne, erst in breitere Faserbündel und weiterhin in feinere Fibrillen sich spaltet. Diese Ansicht würde jetzt insofern zu modificiren sein, als ein grosser Theil der verlängerten Kerne und der sogenannten Kernfasern selbständigen Zellen (den elastischen Faserzellen) angehört; die Bedeutung des sich zerfasernden Blastems aber würde von dem Nachweis abhängen, ob dasselbe aus verschmolzenen Zellen hervorgeht, wie *Kölliker* [1]) annimmt, oder auch genetisch (präjudicirlich, wie *Virchow* sagt) die Intercellularsubstanz repräsentirt. Was ich in neuerer Zeit gesehen habe, stimmt insofern zu *Kölliker's* Angaben, als ich mich auf das Bestimmteste von der allmähligen Zunahme der Intercellularsubstanz überzeugt habe. In früheren Zeiten ist zwischen den spindelförmigen Zellen, welche die bereits kenntlichen Sehnen bilden, keine Spur von fester oder sichtbarer Zwischensubstanz und selbst die schon deutlichen Fibrillen und Faserbündel sind nicht blos breiter, sondern auch viel deutlicher gesondert, als beim Erwachsenen, wo sie, wie die Primitivfasern der gestreiften Muskelbündel, durch eine festweiche, optisch kaum wahrnehmbare Zwischensubstanz verbunden zu sein scheinen. Dagegen habe ich mich jetzt so wenig als früher [2]) von einem Zerfallen einfacher Faserzellen in ein Fibrillenbündel nach *Schwann's* Angabe überzeugen können [3]), und wo immer es diesen Anschein hatte, glaubte ich eine directe Zerfaserung des Blastems annehmen zu müssen und fand die oft ziemlich zahlreichen freien Kerne aussen aufliegend. Auch ist mir eine reihenweise Verschmelzung von Zellen, in der Art, wie sie *Kölliker* neuerdings beschreibt, nicht anschaulich geworden und es werden also, nachdem *Virchow* sich ebenfalls zweifelhaft darüber ausgesprochen, weitere Untersuchungen entscheiden müssen, ob man es an dieser Stelle mit einem primären oder secundären Blastema zu thun habe, durch dessen Dehiscenz weiterhin die sogenannten Bindegewebsbündel und Fibrillen entstehen.

Was für Elementartheile *Luschka* neuerdings als «seröse Fasern» beschrieben hat, ob feinere elastische Elemente oder unentwickelte

[1]) Verhandl. a. a. O. S. 4. Gewebelehre, S. 53, 58.

[2]) Diagnose, S. 296.

[3]) Auch in der Rindenschicht der Haare und Federn scheinen mir nicht die einzelnen verlängerten Zellen, sondern ein Verschmelzungsproduct derselben in die bekannten steifen Fibern zu zersplittern

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Elemente des Gefässsystems oder eine gewisse Art von Blastemfasern, die ich sogleich erwähnen werde, lasse ich dahingestellt. Ich will nur bemerken, dass mir niemals in den serösen Häuten Elemente vorgekommen sind, die ich nicht auch anderwärts angetroffen hätte. Auch scheint eine solche Deutung einigermassen willkührlich, wenn es nicht gelingt, eine besondere Function der serösen Häute mit den erwähnten Elementen in Beziehung zu bringen. Was mir in den verschiedenen Bindegewebsformationen von Elementartheilen ausser Fett und Pigmentzellen noch vorgekommen ist, ohne dass ich es den oben genannten hätte zuzählen können, ist nicht sehr Vieles. Ich meine hier nicht die von *Schwann* [1]) erwähnte dritte Art von Bindegewebszellen, die er als «runde, äusserst blasse und durchsichtige» beschreibt, und die ich nur für ganz unentwickelte und daher keiner histologischen Deutung fähig halte, wenn sie nicht auch noch zum Fettgewebe gehören. Was ich öfter gesehen habe, waren grosse, breite, blasse Faserzellen mit grösseren, länglich runden Kernen, ziemlich breiten, blassen, oft wellenförmig gebogenen Fortsätzen, die sich meist erst in beträchtlicher Entfernung vom Zellenkörper gabelförmig, selten in mehrere schmale Fortsätze theilten. Nie traf ich mehr als einen Kern in einer solchen Faserzelle, nie Anastomosen mit anderen Zellen, sondern die letzten Enden verloren sich äusserst blass und undeutlich zwischen anderen Elementartheilen. Eine Zusammenstellung mit den elastischen Faserzellen war schon wegen des Verhaltens gegen Essigsäure nicht möglich, worin nicht blos die Zelle mit ihren Ausläufern, sondern selbst der Kern manchmal ganz erblasste; auch sind mir im notorischen elastischen Gewebe, z. B. im Ligamentum nuchae, niemals so lange und breite oder verästelte Fasern mit runden oder ovalen Kernen vorgekommen. Eher wäre an Capillargefässe zu denken; allein die Längen, welche solche rundkernige Faserzellen erreichen, die oft das ganze Sehfeld durchsetzen, ist mir ebenfalls von notorischen Gefässzellen nicht bekannt und niemals traf ich sie mit denselben in Verbindung oder Blutkörperchen in ihrem Innern. Sie sind ferner ganz verschieden von gewissen, zuverlässig direct aus dem Blastem hervorgegangenen langen, blassen und geschweiften Faserbüscheln, welche aus einem breiten, vollkommen homogenen Stamm oder Stiel zu entspringen scheinen, sich weithin bogen- und schlingenartig ausbreiten, niemals Kerne zeigen und in Essigsäure wenig verändert werden, manchmal aber varicös aufquellen, wie ich deren früher [2]) aus Geschwülsten beschrieben und seitdem öfter im lockern Bindegewebe, im Nabelstrang und in der *Wharton*'schen Sulze bei jüngeren und älteren Embryonen, niemals

[1]) A. a. O. S. 142.

[2]) Diagnose. S. 54.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

jedoch im geformten Bindegewebe angetroffen habe. Jene mir unklar gebliebenen Faserzellen habe ich, ausser in pathologischen Neubildungen [1]), am häufigsten im Unterhautbindegewebe und in der Nähe der Fascien und Sehnen, sowohl beim Fötus als beim Erwachsenen, angetroffen. Von einer erheblichen Intercellularsubstanz war zwischen diesen Elementen nicht immer etwas vorhanden, manchmal aber jene feinkörnige, blasse, gestrichelte oder gekräuselte Substanz, welche von *Henle* [2]), mir [3]) u. A. als formlose Bindesubstanz (*Reichert*'sches Bindegewebe) beschrieben worden ist und offenbar im Erwachsenen nicht blos an Masse, sondern auch an Festigkeit zunimmt. Ob diese im Ganzen nicht gerade gewöhnlichen Formen in einer nähern Beziehung zum Bindegewebe oder zu einem andern, bisher noch gar nicht berücksichtigten, dem Bindegewebe beigemischten Gewebe (Nerven??) gehören, oder ob sie nur als unentschiedene, vereinzelte Zwischenformen, Verkümmerungen oder Monstrositäten, wie deren in allen Geweben vorzukommen scheinen, anzusehen sind, muss ich ferneren Nachforschungen vorbehalten und begnüge mich zur Lösung der verwickelten Frage, der wir uns bisher nur schrittweise genähert haben, im Obigen Einiges beigetragen zu haben. Spätere Forscher werden ihr Augenmerk wohl auch vorzüglich auf das von vielen Schriftstellern angegebene Zerfallen und Schwinden gewisser Zellenkerne (namentlich im Bereiche des Muskel- und elastischen Gewebes) zu richten haben, das als ein normaler und constanter Vorgang bis jetzt nur für die Nerven festgestellt ist, in den contractilen Faserzellen nur ausnahmsweise vorzukommen scheint und jedenfalls für eine genaue Charakteristik der embryonalen Gewebe sehr zu berücksichtigen wäre.

Die allgemeineren Folgerungen, welche sich aus den gelieferten Nachweisen und Erörterungen über Zusammensetzung und Herkunft der verschiedenen, zum Bindegewebe gezählten Bestandtheile des thierischen Körpers ergeben, liegen so nahe, dass ich gewiss nicht nöthig habe, die verschiedenen darüber aufgestellten Theorien einer nähern Kritik zu unterziehen. Das Bindegewebe erscheint darnach im Allgemeinen, wie bisher, als ein verbreitetes Constituens, Umhüllungsmittel und Vehikel der verschiedenartigsten Organe, Organtheile und Gewebe (Bindegewebe im Sinne von *Joh. Müller*). Die einzelnen sogenannten Bindegewebsformationen aber

[1]) Diagnose, S. 296.
A. a. O. S. 243, 349, 364.
[3]) Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VII, S. 377.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

erscheinen als Complexe sehr verschiedener Gewebe (Gefässe, Nerven, Muskeln, elastisches Gewebe, Pigment, Fett u. s. w.), deren Elementartheile in sehr verschiedenen Proportionen gemengt sein können und welche darin übereinstimmen, dass eine mehr oder minder mächtige, oft vorwaltende, oft ganz zurücktretende Bindegewebsgrundlage sie verbindet und einhüllt. Eine vorzugsweise Beziehung derselben zu einzelnen der genannten Gewebe, namentlich zum elastischen, anzunehmen, ist durchaus kein Grund vorhanden, und die *Virchow*'sche Theorie, welche beide zu einer künstlichen Gewebseinheit vereinigt, spinnt denselben Irrthum weiter, den sie der *Henle*'schen Theorie zum Vorwurf macht, ja sie steht viel hypothetischer da, weil sie den genetischen Zusammenhang, den diese zu Grunde legte, läugnet. Wenn die sogenannten Kernfasern, wie es nun allerseits anerkannt ist, nicht aus den Kernen der Bindegewebszellen, sondern aus selbständigen Elementartheilen hervorgehen, die neben dem Bindegewebe, ja unabhängig von demselben entstehen können, so ist wohl die richtige Consequenz, das elastische Gewebe vom Bindegewebe zu trennen und mit Gefässen, Nerven, Muskeln u. s. w. in eine Linie zu stellen. Das elastische Gewebe schliesst sich dem Bindegewebe allerdings in seinen Functionen sehr nahe an und findet sich im Ganzen seltener als vollkommen selbständiges, organbildendes Gewebe; allein sein Verhältniss zum Bindegewebe ist in Wirklichkeit kein anderes, als das der peripherischen Nerven- und Gefässausbreitungen; in der Ringfaserhaut der Arterien tritt es in dasselbe Verhältniss zum Muskelgewebe und das Ligamentum nuchae verhält sich bei Wiederkäuern und Pachydermen zu dem umhüllenden und durchsetzenden Bindegewebe nicht weniger selbständig als jeder ganze Muskel. Selbst wenn man der Ansicht ist, dass alles Bindegewebe nichts Anderes sei, als die allgemeine Intercellularsubstanz im strengsten Sinne, so wird das elastische Gewebe mit dem Bindegewebe noch lange keine morphologische und physiologische Einheit bilden, wie z B. die Knorpelgrundsubstanz und die Knorpelzellen, und es würde die elastische Faserzelle der Knorpelzelle nicht verwandter sein, als der primitiven Gefässzelle, der Muskelzelle, Nervenzelle, den Zellengeweben überhaupt. Ist aber das Bindegewebe selbst nicht blosse Intercellularsubstanz, sondern wenigstens theilweise aus metamorphosirten oder verschmolzenen Bildungszellen hervorgegangen, müssen, wie oben angedeutet wurde, mehrere ganz verschiedene Formen desselben unterschieden werden, die selbst zum Theil in die Reihe der Zellengewebe eintreten, so wird man in der vielbesprochenen Analogie oder Identität mit dem Knorpel nicht viel mehr als eine einseitig formulirte Anwendung des *Schwann*'schen Gesetzes finden, wornach alle Organe und Gewebe des Thierleibes aus Zellen und Intercellularsubstanz hervorgehen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Es wird nunmehr keinem Zweifel mehr unterliegen, in welchem Sinne ich die Entscheidung über die systematische Stellung der verschiedenen Bindegewebsformationen von ihrer Entwicklungsgeschichte abhängig mache. Selbst die auffallendsten Eigenschaften der fertigen Gewebe, die man herbeigezogen hat, um das Bindegewebe mit dem Knorpel zu identificiren, wie die Structurlosigkeit in ihren Uebergängen zur Faserung oder Faltung, die Leimgebung, die Aehnlichkeit in den physikalischen Eigenschaften der Elasticität, Sprödigkeit und Dichtigkeit, die Continuität u. a. m., scheinen mir erst dann einer richtigen Würdigung fähig, wenn die genetische Vorfrage erledigt ist. Ich kann mich hierüber um so kürzer fassen, als man bereits von anderer Seite her angefangen hat, sie nicht zu überschätzen. Die Frage nach der Homogenität oder Faserigkeit des Bindegewebes erscheint in einem ganz andern Lichte und wir sind einer Verständigung um Vieles näher gerückt, nachdem *Reichert* auf eine Stelle seiner Schrift [1]) hingewiesen, wo er selbst von Fasern spricht. Alle Diejenigen, welche eine Faserbildung aus dem Blastem, sei es nun ein primäres oder ein secundäres, und demnach auch ein ungefasertes Bindegewebe angenommen haben, werden gern zugegeben, dass Uebergänge zwischen beiden, gleichsam Entwicklungsstufen des Bindegewebes, vorkommen, und Niemand wird es der Mühe werth halten, im concreten Fall über den Grad der Reife und darüber zu streiten, wie vieles von der unverkennbaren Zerfaserung einer inhärenten Spaltbarkeit oder dem Acte der Präparation zuzuschreiben ist. Diese «Spaltbarkeit» kann doch nur als eine eigenthümliche moleculäre Disposition und Anordnung aufgefasst werden, welche anderen Blastemen abgeht und eben Dasjenige ausmacht, was alle Autoren bis auf den heutigen Tag «bindegewebig» nennen. Schon die so constante und regelmässige Richtung der Faserzüge (oder Faltenzüge), die sich auf mannichfache Weise zu charakteristischen und complicirten Structuren zusammenfügen und die sich nicht entfernt nach Willkür verändern und künstlich erzeugen lassen, deutet auf tiefer begründete, gesetzmässige Vorgänge, die man nicht geringschätzen darf, weil sie uns vorläufig noch unklar oder einem theoretischen Abschlusse hinderlich sind. Auf die Wichtigkeit solcher complicirten Texturen, namentlich der alveolären, für das Verständniss vieler pathologischen Neubildungen, in welche sie in vielfachen Modificationen eingehen, habe ich schon früher [2]) hingewiesen und dabei ein mechanisches Moment hervorgehoben, das zu ihrem Verständniss benutzt werden könnte. Wenn man die eigenthümliche plexusartige Anordnung der Faserzüge im lockern Bindegewebe, in den Mesen-

[1]) S. 163.

[2]) Diagnose, S. 359—364. Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VII, S. 379.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

terien, Netzen u. a. aufmerksam verfolgt, so kann man sich in der That kaum des Gedankens erwehren, dass der Druck, die Zerrung, Spannung, Dehnung u. s. w., welche die Gewebe durch den Gebrauch sowohl als durch das Wachsthum erleiden, ein gewichtiges Moment bei der freiwilligen Dehiscenz und Zerfaserung structurloser Blasteme ausmacht und nicht geringer anzuschlagen ist, als die Richtung und das einseitige Wachsthum der eingestreuten, länglichen Kerne und Faserzellen, das von mir u. A. früher hervorgehoben worden ist. Nicht die Verläugnung, sondern die Entstehungsweise und Erklärung der faserigen Structuren scheint mir Aufgabe der Histologie und ich halte es sogar einer näheren Prüfung werth, ob die so verschiedene und constante Neigung zur Zerfaserung an bestimmten Stellen nicht auf eine verschiedene Genese der Blasteme hindeutet und man vielleicht selbst zwischen Falten und Fasern genauer zu unterscheiden hätte. Das Chorion, die Eihäute überhaupt, die Gefässhaut, Drüsenmembran u. a. werden niemals so entschieden faserig angetroffen, wie eine embryonale Sehne, die Cutis, das lockere Bindegewebe des Erwachsenen u. a. m. Falten kann man sich überhaupt nur in membran- und schichtartigen Ausbreitungen vorstellen, und irre ich nicht, so werden die aus verschmolzenen Zellen hervorgegangenen (secundären) Blasteme vorzugsweise unter diesen, die primären, der Intercellularsubstanz angehörigen Bildungen aber vorzugsweise unter den massigen Bindegewebsformationen zu suchen sein, ohne dass sich bis jetzt die Grenzen derselben mit vollkommener Sicherheit angeben liessen.

In ähnlicher Weise scheinen mir auch die chemischen Charaktere, namentlich die Leimgebung aufgefasst werden zu müssen. Dass dieselben nicht ohne Weiteres als histologische Eintheilungsgründe benutzt werden können, geht schon daraus hervor, dass auch die sogenannten leimgebenden Gewebe aus dem eiweissartigen Bildungsgewebe entstehen und also nicht auf allen Entwicklungsstufen chemisch zu erkennen sind. Es könnte nur verwirren, wenn man die einzelnen Entwicklungsstufen der Gewebe einander eben so gegenüberstellte wie die verschiedenen Gewebe (oder Entwicklungsformen) selbst; und mit Recht haben sich die meisten Histologen gegen die Aufstellung eines «Schleimgewebes» im *Virchow*'schen Sinne erklärt. Der Chemiker kann immerhin Knochen und Bindegewebe zusammenstellen, weil beide beim Kochen Glutin geben; die wichtigste Frage aber ist für den Chemiker wie für den Histologen, woher der Leim kommt und welche Bedingungen zu seiner Erzeugung zusammentreffen müssen. Wenn es als ausgemacht anzusehen ist, dass die Knorpelzellen keinen Leim liefern, sondern nur die Grundsubstanz des Knorpels und Knochens, so liegt der Schluss nahe, dass der Leim wesentlich ein Bestandtheil und Charakteristikum der Intercellularsubstanz sei, man wird

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

aber sogleich hinzufügen müssen, dass dies nicht von jeder Intercellularsubstanz gelte. Es wäre dies ein Merkmal, das zur histologischen Classification nicht mehr benutzt werden könnte, als die Reaction auf Protein, die an Substanzen und Geweben der verschiedensten Art manifest werden kann und dahin führte, dass man bis vor Kurzem Muskelfasern und geronnenes Fibrin identisch setzte. Auch vom Leim gibt es verschiedene Arten und ich habe gezeigt [1]), dass sie nicht als blosse Altersstufen aufgefasst werden können. Es ist aber keineswegs sicher, dass der Leim ausschliesslich von der Intercellularsubstanz herrührt. Allerdings scheinen reine Zellengebilde (Epidermis, Gefässhaut, elastische Fasern u. s. w.) niemals Leim zu geben, d. h. sie bleiben beim Kochen in der Leimlösung suspendirt; aber auch das Bindegewebe löst sich nicht so vollständig auf, wie man sich gewöhnlich vorzustellen scheint. Die reinste Gelatine enthält noch eine Menge ungelösten Gewebes, und nach den Untersuchungen von *Zellinsky* [2]) erscheint der Leim nicht sowohl als eine Auflösung, sondern als ein Extract, das möglicherweise selbst von unlöslichen Gewebstheilen (Zelleninhalt) gewonnen werden könnte. Endlich enthält das Bindegewebe auch nach der Ansicht Derjenigen, welche es aus Zellen entstehen lassen, stets auch wirkliche Intercellularsubstanz, die im Laufe des Lebens offenbar zunimmt und den Leim liefern kann, den man auf Rechnung der gelösten oder ungelösten Bindegewebselemente setzt. Alle diese Punkte, die zum Theil noch gar nicht berücksichtigt worden sind, werden nur an der Hand der Entwicklungsgeschichte ihre Erledigung finden können, indem die chemische Analyse von solchen Geweben und Substanzen ausgeht, deren Herkunft und histologische Bedeutung bereits hinreichend festgestellt ist und die man in so grosser Menge isolirt erhalten kann, dass eine erschöpfende Analyse möglich ist.

Auch über den Werth gewisser, mehr physikalischer Merkmale, wie des Verhaltens gegen die Essigsäure, des kurzen Abkochens, der Compression u. s. w. scheint man nicht überall gleicher Ansicht zu sein. Das bekannte Aufquellen und Durchsichtigwerden in Essigsäure, welches, wie *Henle* gezeigt hat, durch Auswaschen mit Wasser oder Neutralisiren mit Ammoniak wieder aufgehoben werden kann und daher ein Imbibitionsphänomen zu sein scheint, beweist nicht die Structurlosigkeit des Bindegewebes; denn auch das angesäuerte Bindegewebe behält die präformirte Structur und Richtung der Faserzüge, wie man sich nöthigenfalls durch nachträgliche Färbung mit Jod leicht überzeugen kann; auch stimme ich *Henle* bei, dass einzelne Fibrillen

[1]) Beiträge, S. 90, 166. Diese Zeitschr. Bd. IV, S. 373.

[2]) Diss. de tela quibusdam collam edentibus. Dorpati 1852.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sich aufquellen und wieder herstellen lassen, ohne dass man das Präparat aus den Augen verliert. Für die Identität mit dem Knorpel, der sich in Essigsäure nicht verändert, beweist die Essigsäure nichts; sie spricht eher dagegen. Man könnte mit demselben Rechte eine Identität zwischen Knorpel und glatten Muskeln oder embryonalen Nerven behaupten, welche durch die Essigsäure in eine durchsichtige Substanz ohne alle erkennbare Faserung verwandelt scheinen, die dem angesäuerten Bindegewebe sehr ähnlich ist. Das Abkochen während einiger Secunden, nach *Virchow's* Methode, leistet in Bezug auf das Durchsichtigwerden und Aufquellen nicht mehr als die Essigsäure und in Bezug auf die Erkenntniss der zelligen Elemente insofern weniger, als der Zelleninhalt meistens gerinnt und getrübt wird, wobei die Zellenkerne, welche durch die Essigsäure stets sehr deutlich zur Anschauung kommen, unkenntlich werden, ein Uebelstand, der durch die nachträgliche Anwendung der Essigsäure nicht immer wieder gut gemacht wird, während dem Unsichtbarwerden der Zellmembranen bei der alleinigen Anwendung der Essigsäure leicht durch Nachfärbung mit Jod begegnet werden kann. (Das Abkochen ist dagegen ein vortreffliches Mittel zur Unterscheidung von Bindegewebe und Muskel, namentlich seines Verhältnisses zur Sehne, und ich habe mich dadurch an den Augenmuskeln von Säugethieren neuerdings von der stumpf zugespitzten Endigung der Muskelprimitivbündel ebenso bestimmt überzeugt, wie ich sie an den Hautmuskeln des Frosches ohne alle Präparation oder mit Hülfe der Essigsäure schon früher gesehen habe.) Die eigenthümlichen bandartig zerfallenden Querschnitte von getrockneten Sehnen, auf welche *Gerlach* und *Donders* aufmerksam gemacht haben, können als Beweise einer die Fibrillen verbindenden Intercellularsubstanz und einer Schichtung derselben angesprochen werden; aber sie sind ebenfalls keine Beweise der Structurlosigkeit; denn ähnliche zusammenhaltende Querschnitte lassen sich auch vom glatten Muskelgewebe darstellen und auch an den Querschnitten von Sehnen lassen sich primäre, secundäre und tertiäre Bündel sehr gut unterscheiden. Die Compression ferner (*Reichert*) oder die Ausspannung (*Fick*), die sowohl mit grösseren Gewebsparthien als mittelst des Deckglases anzustellen sind, bewirken keine grössere Homogenität, als sich mit verschiedenartigen mikroskopischen und makroskopischen Substanzen und Structuren hervorbringen lässt, wenn man die Zwischenräume zwischen den Elementartheilen und somit die Lichtbrechung, woran wir die Contouren der mikroskopischen Objecte erkennen, auf ein Minimum reducirt (glatte Muskeln, Blut, Eiter, unreife Nerven, embryonale Gewebe überhaupt).

Was endlich die Anwendung des sogenannten Continuitätsgesetzes betrifft, so ist zunächst festzuhalten, dass im Fötus alle Gewebe, Blut

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und Gefässe, Gehirn und Hirnhäute, Knochen und Periost, continuirlich verbunden sind, d. h. Blutzelle und Gefässzelle, contractile und elastische Faserzelle, Knorpelzelle, Bindegewebszelle und Nervenzelle liegen anfangs in gleicher Weise nebeneinander und sie scheiden sich erst durch die Metamorphosen, welche sie eingehen und durch die Entwicklungsstufe, die sie erreichen. Was sie verbindet und später die Continuität der fertigen Gewebe vermittelt, ist entweder das Zusammentreten (Verschmelzen) mehrerer Elementartheile von gleicher Entwicklung zu einem zusammengesetzten Gewebstheil (Gefässe, Nerven, gestreifte Muskelbündel), oder es ist eine Intercellularsubstanz, die entweder in minimo angenommen werden muss (Epithelien, glatte Muskeln, Linse) oder in maximo (Knorpel, Blut, Eiter) vorhanden ist und flüssig oder fest sein kann; oder es ist die gegenseitige Durchdringung und Verflechtung differenter Gewebe, wodurch die meisten Organe zu Stande kommen und die nicht immer als blosse Juxtaposition und Einlagerung (Gehirn, Leber, Bindegewebe), sondern selbst zwischen differenten Geweben mit Continuitätsverbindungen (Nervenendigungen in Muskeln und Häuten) aufzutreten scheint. Es ist klar, dass eine sogenannte Continuitätsverbindung am leichtesten zwischen Organen und Geweben zu Stande kommen wird, welche reich an Intercellularsubstanz sind; aber eine Identität derselben ist damit nicht bewiesen. Knorpel und Bindegewebe können, wie es schon von *Schwann* [1]) geschah, einander verglichen werden, weil die Intercellularsubstanz in beiden Aehnlichkeiten darbietet; aber sie sind eben so sehr oder noch mehr verschieden durch die Entwicklung und Metamorphose der Zellengebilde, die sie enthalten, und die Intercellularsubstanz selbst ist nicht überall dieselbe. Alle Histologen haben von jeher anerkannt, dass es Zwischenformen zwischen Knorpel und Bindegewebe gebe, wie sie auch zwischen anderen Geweben vorzukommen scheinen; aber auch diese Formen gehen vollkommen selbständig aus dem indifferenten Bildungsgewebe hervor und verfolgen von vorn herein ihre eigenthümliche differente Metamorphose. Wenn manche Knorpel continuirlich in Sehnen, Bänder und Häute überzugehen scheinen (Ligamenta cruciata, Menisken, Synovialhäute, Perichondrium), so beruht dies nur auf einer weniger weit gediehenen Differenzirung des intermediären Bildungsgewebes, das an andern Stellen durch die Entwicklung zu differenten Geweben bis auf die letzte Bildungszelle verschwindet. Ehe Gelenkhöhlen da sind, bildet dasselbe den Uebergang zwischen den einzelnen Knorpeln und es hängt ganz von seiner Entwicklungsweise ab, ob eine Gelenkhöhle entsteht, ob getrennte Knorpel geradezu verschmelzen [2])

[1]) A. a. O. S. 117, 152.
[2]) Beiträge, S. 30, 136.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

oder ob die Knochenenden durch Fasergewebe verbunden werden (Kiefergelenk der Walthiere [1]). Ebenso verhält es sich mit dem sogenannten Uebergang der Knorpelzellen in elastische Fasern; denn man findet niemals Knorpelzellen mit verlängerten Kernen, selbst nicht in den peripherischen, abgeplatteten und verlängerten Knorpelkörperchen der wachsenden Knorpel [2]); sondern jenseits des wohlcharakterisirten Knorpelgewebes und jenseits der indifferenten Verbindungsmasse, im Ligament, im Periost und Perichondrium, finden sich die elastischen Elemente mit ihren charakteristischen pfriemförmigen Kernen, wie man sehr schön an Durchschnitten des Lig. cruciatum genu sehen kann. Allerdings ist der Knorpel der höheren Thiere selbst ein wenig metamorphosirtes Gewebe, obgleich er eines der ersten ist, welches sich aus dem Bildungsgewebe abscheidet (lange vorher ehe von Bindegewebe, Periost, Perichondrium, Sehnen u. s. w. eine Spur zu erkennen ist [3]), aber in derselben Weise, wie die Muskeln, Sehnen, Deckknochen, Gefässe, Blut u. s. w.), und allerdings können sich auch im Knorpel unter Umständen, wenigstens bei niederen Thieren, höher entwickelte Elementartheile, Gefässe, Nerven u. s. w. bilden, die mit demselben Rechte den Knorpelzellen identisch gesetzt werden müssten und vielleicht wirklich verwandter sind, als die Elemente des elastischen Gewebes. Doch liegt auch bei den höheren Thieren das Eigenthümliche der Knorpelzellen nicht blos in ihrem Verhältniss zur Intercellularsubstanz; denn sie scheiden sich schon durch die Erhärtung und Unlöslichkeit der Zellmembran von den anderen embryonalen Zellen aus [4]) und Alles, was sie in späteren Lebensaltern auszeichnet, wie die endogene Vermehrung, die Schichtbildung [5]), die Verknöcherung der Verdickungsschichten u. a. scheint mir von der Art, dass an eine Zusammenstellung mit dem elastischen und Bindegewebe nicht gedacht werden kann. Ueber ihren histologischen Charakter zu streiten, bevor sie eine bestimmte Metamorphose eingegangen, wäre ebenso nutzlos, als die Bestrebungen, für die in pathologischen Geweben, namentlich in Geschwülsten auftretenden Zellenformen, die sich nur durch ihre histologische Charakterlosigkeit charakterisiren, einen bestimmten Gewebstypus anzugeben. Es wäre ebenso vergeblich, als jeder embryonalen Zelle von Anfang ansehen zu wollen, ob sie zu einer Gefäss-, Muskel-

[1]) *Eschricht*, Walthiere. 1848, S. 126.
[2]) Beiträge, S. 79.
[3]) Ebenda, S. 10, 40 ff.
[4]) Ebenda, S. 11.
[5]) Nur in der dicken Epithelialschicht, welche die Alveolarränder der Kiefer mehrzölliger Rindsfötus bedeckt, sind mir Zellen mit doppelt contourirten Wänden vorgekommen, die mit verdickten Knorpelzellen verglichen werden könnten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

oder elastischen Faserzelle werden wird. Will man von Principien ausgehen, die keiner willkürlichen Anwendung unterworfen sind, so muss man nicht von den räumlichen, sondern von den zeitlichen Uebergängen der Gewebe ausgehen. *Reichert* hat dies sehr bestimmt ausgesprochen, denn seine «Entwicklungsreihen» sind nichts Anderes, als die Entwicklungsgeschichte der Gewebe selbst. Nicht die Vergleichung differenter Stellen, sondern die Verfolgung der Entwicklung an derselben Stelle kann daher zu frühzeitig kenntlichen, sogenannten specifischen Merkmalen führen und vor Verwirrungen schützen, die aus der Vernachlässigung der Entwicklungsgeschichte entspringen würden.

Was endlich das Verhältniss des Knorpels zum Knochen und das des Knochens zum Bindegewebe betrifft, so habe ich zu dem, was darüber in meinen Beiträgen zur Entwicklungsgeschichte des Knochensystems gesagt ist, bis jetzt nicht Vieles hinzuzufügen. Da jedoch die Denkschriften der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft, worin sie abgedruckt sind, in Deutschland wenig verbreitet sind, so will ich hier mit einigen Worten die Hauptresultate meiner Untersuchungen, die sich auf alle Wirbelthierclassen erstreckten, hervorheben. Ich habe mich nämlich überzeugt, dass alle primordialen (knorpelig präformirten) Theile des Wirbelthierskelettes, sobald die Verknöcherung sie ergreift (ja in der Classe der Vögel und Amphibien vielfach selbst, ohne dass es zu einer primordialen Verknöcherung kommt), wieder untergehen und zu einem secundären Blastem einschmelzen, woraus das sogenannte Knochen- und Knorpelmark hervorgeht. Alles, was wir im Erwachsenen Knochen zu nennen pflegen, bis auf ganz unbedeutende Reste der Primordialverknöcherung (hinter den Verknöcherungsrändern), ist eine ganz selbständige, in der Regel spätere Bildung, die von Anfang an knöchern auftritt und entweder ganz unabhängig von den knorpelig präformirten Theilen (Deckknochen der Autoren) oder als Apposition auf denselben (sogenannte Periostauflagerung) entsteht. Es ergibt sich daraus, dass eine Zurückführung der Knochenstructur, namentlich der Markkanälchen und Knochenkörperchen, auf die Elemente des Knorpels, wie es wenigstens für die Knochenkörperchen bisher von allen Schriftstellern ohne Ausnahme geschah, unstatthaft ist, und als factische Bestätigung dieses Gesetzes habe ich darauf hingewiesen, dass der primordiale Knochen in allen Fällen, wo er sich in merklichen Parthieen erhält, wie bei einigen Knorpelfischen (*Joh. Müller's* pflasterartiger Knorpel) und bei den höheren Thieren hinter den Gelenkknorpeln, in den Gehörknöchelchen, so wie in den zer-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

streuten kleinen Knochenkernen, die im spätern Lebensalter in den sogenannten permanenten Knorpeln auftreten, keine *Müller'*schen Knochenkörperchen, sondern nur strahlenlose, runde oder ovale, verknöcherte Knorpelhöhlen enthält. Ich unterscheide daher zwischen eigentlichem Knochengewebe und verknöchertem Knorpel, deren Genese, Structur und physiologische Bedeutung sehr verschieden ist; glaubte aber gleichwohl am Schlusse meiner thatsächlichen Mittheilungen einen gemeinsamen Gesichtspunkt für beide festhalten zu müssen, und zwar gestützt auf die Thatsache, dass auch der sogenannten secundären Knochenbildung die Ablagerung einer organischen, knorpelähnlichen Grundlage vorausgeht, so dass sich der Unterschied vom verknöcherten Knorpel hauptsächlich auf den verschiedenen Zeitpunkt reduciren lässt, in welchem die Verknöcherung der organischen Grundlage erfolgt, wie man am deutlichsten in jenen Fällen sieht (Unterkiefer, Schlüsselbein), wo während des Wachsthums eines Knochens die Verknöcherung hinter der Ablagerung der organischen Grundlage allmählich zurückbleibt und die letztere dann den Charakter des gewöhnlichen Knorpels erlangt. Diese Darstellung drückt meiner Ansicht nach schärfer, als es bisher geschehen ist, das wahre Verhältniss der Dinge aus. Der secundäre Knochen ist demnach kein verknöchertes Bindegewebe, wie *Sharpey, Virchow* und eine Zeit lang auch *Kölliker* lehrten, noch auch verknöcherter Faserknorpel, wie *Gerlach* ihn neuerdings auffasst, sondern eine selbständige Gewebsform, die zunächst dem ächten Knorpel an die Seite zu stellen ist und demselben jedenfalls viel näher steht, als dem Bindegewebe. Verknöcherung und Zerfaserung sind keineswegs einander bedingende oder begünstigende, sondern vielmehr in ihren Endzielen ganz auseinander gehende, differente Metamorphosen thierischer Blasteme. Sowohl die Knorpelsubstanz, als andere Blasteme und Gewebe verknöchern desto seltener, je faseriger sie werden, wie von den Faserknorpeln, dem lockern Bindegewebe, Häuten, Bandscheiben u. s. w. hinreichend bekannt ist. Wo sogenannte Faserknorpel in der Thierreihe verknöchern, wie z. B. beim Menschen im Kreuzbein, geschieht es, so lange dieselben hyalin sind und bevor sie faserig werden. Auch die Verknöcherung der Vogelsehnen ist, wie ich gezeigt habe, nicht Metamorphose, sondern Apposition auf der Sehne, und ebenso verhält es sich mit allen sogenannten Periostablagerungen, die besser «Knochenauflagerungen» heissen würden. Die Knochenkörperchen sind, nach dem Gesagten, nicht verknöcherte Knorpelzellen, sondern selbständige Gebilde, deren Gestaltung schon mit der ersten Anlage des secundären Knochengewebes gegeben ist, in deren Höhlung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sich jedoch sehr häufig eine kleine, blasse Zelle mit Kern deutlich erkennen lässt, die ich den Knorpelzellen verglich. Dass diese Zellen durch sternförmige Verästelung die eigenthümliche Gestalt der Knochenkörperchen erzeugen, wie *Schwann* annahm und *Virchow* neuerdings wieder behauptete, davon hatten meine Untersuchungen Nichts ergeben; doch waren mir unter anderen aus den Kiemenstrahlen von Salmonen «schmale, spaltförmige Knorpelkörperchen bekannt geworden, die zuweilen gespalten und verzweigt sind und dadurch den secundären Knochenkörperchen ähnlich sind», und ferner hatte ich gefunden, dass in den von *Bergmann* beschriebenen sternförmigen Knorpelkörperchen der Cephalopoden Knorpelzellen vorkommen, welche «Fortsätze in die einzelnen Strahlen schicken» [1]). Seitdem ist durch *Leydig* ein viel verbreiteteres Vorkommen von verzweigten und anastomosirenden Zellen in den Knorpeln niederer Wirbelthiere (Plagiostomen) nachgewiesen worden, und ich selbst habe inzwischen Gelegenheit gehabt, mich von der Richtigkeit dieser Wahrnehmungen aufs Vollständigste zu überzeugen. In den Kiemenknorpeln eines grossen Echinorhinus spinosus habe ich namentlich nicht nur ein Gewirre äusserst langer, faserzellenartiger Gebilde, sondern hie und da selbst ein wirkliches anastomosirendes Gefässnetz gesehen, das auf das Frappanteste die Bilder aus der *Wharton*'schen Sulze der Säugethiere wiederholte, so dass ich auf *Leydig's* Versicherung hin, dass er auch Blut darin gefunden, keinen Augenblick anstehe, diese Knorpel für vascularisirte und zwar mit einem wahren Capillargefässnetz versehene zu halten. Ein Schluss von diesen Knorpeln niederer Thiere auf die Knochenstructur ist jedoch aus mehreren Gründen bedenklich. Gerade diese Knorpel verknöchern nicht (bei Echinorhinus bleibt bekanntlich das ganze Skelett permanent knorpelig), und der an anderen Stellen verknöchernde Knorpel verhält sich bei den Knorpelfischen nicht anders als bei den Wirbelthieren überhaupt. Auch muss ich hinzufügen, dass neben jenen Netzen und Faserzellen auch zahlreiche gewöhnliche, runde Knorpelzellen vorhanden waren, so dass man noch nicht berechtigt wäre, alle Knorpelzellen kurzweg für unentwickelte Gefässzellen zu halten. Entscheidende Untersuchungen über die Bedeutung der Knochenkörperchen können offenbar nur am Knochen selbst angestellt werden und meiner Ansicht nach nur aus der Entwicklungsgeschichte desselben hervorgehen. Die Isolirbarkeit der Knochenkörperchen, auf welche *Virchow* früher ein grosses Gewicht legte, lehrt für sich allein nicht mehr, als die Isolirbarkeit der Zahnröhrchen, der Markkanälchen und Knochenlamellen, welches Dinge von sehr verschiedener histologischer Bedeutung sind, und ist, wie es

[1]) Beiträge, S. 121.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

es scheint, von keinem Beobachter als ein vollgültiger Beweis ihrer Zellennatur angesehen worden. *Virchow* hat daher und in einem neuern Aufsatze «Über das normale Knochenwachsthum und die rhachitische Störung desselben» [1]) durch directe Untersuchungen diesen Nachweis zu führen gesucht, indem er sich für die *Duhamel*'sche Ansicht von einer Wucherung des Periosts erklärt und die Knochenkörperchen als sternförmige Zellen schon vor der Verknöcherung in dieser Periostwucherung vorhanden sein und mit derselben in die Verknöcherung eingehen lässt. Ich muss jedoch darauf hinweisen, dass die secundären Verknöcherungen im Embryo schon zu einer Zeit beginnen, wo ein Periost noch gar nicht vorhanden ist, dass vielmehr sowohl Periost als Perichondrium nachträgliche, später differenzirte Organe sind, nachdem Knorpel und Knochen schon als wohlcharakterisirte Organe dastehen [2]). Auch das spätere peripherische Wachsthum, welches beim Knochen das ausschliessliche ist, geschieht nur mittelbar vom Periost aus, insofern das letztere die zum Knochen tretenden Gefässe liefert [3]), und kann in Wirklichkeit ebenso gut als Wucherung des Knochens selbst von seinen verschiedenen Oberflächen angesehen werden. In der ganzen Thierreihe ist es nicht das Periost, welches verknöchert, sondern eine unreife, sich fortwährend neubildende Schicht zwischen Knochen und Periost, an welcher der Knochen selbst mindestens ebenso viel Antheil hat, als die Beinhaut. Nur auf diese Weise sind die inneren Schichtauflagerungen des Knochens in den Markkanälchen und in der Diploe und die oft eigenthümliche Figuration derselben verständlich, die sich nicht immer der Gefässausbreitung, wohl aber stets den Oberflächen anschliesst, so wie nicht minder zahlreiche accidentelle Bildungen, wie namentlich das Osteophytum senile, puerperale u. a. m. Es ist nicht scharf äusgedrückt, wenn *Virchow* [4]) die Uebereinstimmung zwischen dem Knorpel- und Knochengewebe darin findet, dass «jeder Röhrenknochen auf der einen Seite durch die successive Wucherung und Ossification von Knorpelschichten, auf der andern durch denselben Vorgang von dem Periost her wächst»; denn das Längenwachsthum geschieht nicht durch

[1]) Archiv für patholog. Anat. u. s. w. Bd. V, Heft 4. Was die polemischen Bemerkungen betrifft, die *Virchow* hier gegen meine Untersuchungen richtet, so verweise ich auf meine Schrift selbst. Ich glaube für Diejenigen, welche dieselbe gelesen haben, keiner Versicherung zu bedürfen, dass es mir nicht um Aufstellung von Hypothesen zu thun war, so wenig, als ich begreife, wie Thatsachen als Zugeständnisse an eine Theorie betrachtet werden können.

[2]) Beiträge, S. 41, 112, 129.

[3]) Ebenda, S. 110.

[4]) A. a. O. S. 111.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Schichtbildung, sondern durch Intussusception und Ausdehnung des vorhandenen Knorpels, der niemals geschichtet ist, und unterscheidet sich daher sehr bestimmt von dem durch schichtweise Apposition neugebildeten Knochens, vor sich gehenden Dickenwachsthum. Weder der Knorpel noch das Periost wachsen dem Knochen entgegen, sondern umgekehrt, Knochen und Knorpel wachsen beide gegen Perichondrium und Periost. Was endlich die Angaben über die Entstehung der Knochenkörperchen betrifft, so muss ich auf das Bestimmteste in Abrede stellen, dass in oder unter dem Periost Zellen vorhanden wären, welche den Knochenkörperchen glichen und dass diese schon fertig in die Verknöcherung eingingen. Die vorhandenen zelligen Gebilde, welche ich die Stellen andeuten liess, wo eine Höhlung im Knochennetze übrig bleiben sollte, sind durchaus rundliche, sehr wenig entwickelte Gebilde und namentlich von gewöhnlichen Knorpelzellen durch die Veränderlichkeit in Essigsäure verschieden. Von Ausläufern ist selbst dann, wenn die Verknöcherung schon begonnen hat, Nichts zu sehen; sie müssen daher jedenfalls im Knochen selber entstehen und es könnte das feingestrichelte Ansehen, das ich [1]) vom neugebildeten Knochen erwähnte, dahin gedeutet werden. Unvereinbar ist eine solche Annahme mit der von mir gegebenen Entwicklungsgeschichte des Knochengewebes nicht, ja die *Schwann-Virchow*'sche Theorie der Knochenkörperchen ist diejenige, welche sich von den darüber aufgestellten Theorien am ehesten damit vereinigen lässt. Ich brauchte nur jene kleinen Bildungszellen in den Knochenlacunen und Spältchen in feine Fortsätze auswachsen und diese Fortsätze in dem Netz- oder Gitterwerke der secundären Knochenbildungen fortwachsen zu lassen, um auch den letzten Punkt, nämlich das «definitive Arrangement» der Canaliculi erklärt und eine wohl abgerundete Theorie der Knochenbildung zu haben, wenn es mir um eine Theorie und nicht vielmehr um thatsächliche Aufklärung zu thun wäre. Ich habe mich noch in der neuesten Zeit bemüht, mittelst der früher [2]) angegebenen Methode (Anwendung concentrirter Essigsäure mit nachheriger Jodfärbung, wodurch die vorhandenen Zellen einschrumpfen und sich von der Höhlenwand zurückziehen, von der sie dann durch die dunklere Färbung stärker abstechen) an frischen Präparaten wachsender Knochen zu einer objectiven Einsicht zu gelangen. Es hat mir dabei öfter geschienen, als verlängere sich der runde, ovale oder eckige, der Höhlenwand meistens dicht anliegende Zellenkörper in die Mündungen der Kanälchen hinein, aber in anderen

[1]) Beiträge, S. 98.
[2]) Ebenda, S. 99.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fällen glaubte ich ebenso bestimmt den Contour der Zelle an mehreren Kanälchen vorübergehen zu sehen. Auch darüber bin ich zweifelhaft geblieben, ob das von vielen Schriftstellern im Inhalt der Knochenkörperchen bemerkte kernartige Körperchen einem wahren Zellenkern entspricht, wie *Kölliker* [1]) glaubte, oder die geschrumpfte Knochenzelle selbst ist, wie mir hauptsächlich ihrer verschiedenen Grössen wegen wahrscheinlich war. Ich sah diese Gebilde nicht, wie andere Zellenkerne, in Kali verschwinden und nur davon kann man sich leicht überzeugen, dass man ihnen in frischen Knochen viel häufiger begegnet, als an Knochenschliffen, so dass ihre Unbeständigkeit und Abwesenheit häufiger, als man bisher annahm, Folge der Maceration und Präparation zu sein scheint. Sollte sich übrigens durch die Congruenz weiterer Objecte, Methoden und Thatsachen die Persistenz der Knochenzellen und ihre Verästelung in den Knochenkanälchen unzweifelhaft herausstellen und somit *Schwann* schliesslich auch für die Knochenkörperchen Recht behalten, so glaube ich auf keinen Fall, dass sie mit den Kernfasern oder elastischen Fasern zusammengestellt werden können. Viel eher dürfte ein Vergleich mit dem Gefässsystem gerechtfertigt sein, nachdem wenigstens die Hohlheit der Canaliculi durch die Injectionen von *Gerlach* [2]) ausser Zweifel gestellt ist. Es würde sich dann fragen, ob dieses einfache Röhrennetz blos in dem Sinne, wie ich [3]) dies früher schon hinstellte, dem Capillargefässsystem der Knochen entspricht, oder ob es wirklich mit den Blutgefässen in Communication steht und von ihnen aus gefüllt werden kann. Wäre dieses der Fall, so könnte der permanente (secundäre) Knochen den vascularisirten Knorpeln der Plagiostomen verglichen werden und es würde eben die Vascularisation, wie ich ebendaselbst andeutete, den Unterschied von den transitorischen Knorpel- und Knochenbildungen ausmachen und bedingen. Der secundäre Knochen erschiene dann als eine höhere, reifere Entwicklungsform des Knochengewebes, in ähnlicher Weise wie jene gefässhaltigen Knorpel niederer Thiere den permanenten Knorpeln der warmblütigen Thiere gegenüber. Sollten sich in der Wirbelthierreihe Knochen finden, deren Capillargefässsystem ein blutführendes wäre, so würde dieses als das Endglied einer Reihe von Entwicklungsstufen anzusehen sein, welche dasselbe in verschiedenen Organen erreicht und zu welchen auch die oben erwähnten abortiven Formen der Cornea und anderer Organe gezogen werden könnten. Wo nicht, so läge im gewöhnlichen Knochengewebe des Menschen und der höheren Thiere eine Bildung vor, die noch am ehesten als ein

[1]) Mikroskop. Anat. Bd. II, Heft 1, S. 296. Gewebelehre, S. 212.

[2]) Gewebelehre. 2. Aufl. S. 141.

[3]) Beiträge, S. 165.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wahres seröses Gefässsystem aufzufassen wäre. Es ist jedoch meine Absicht nicht, Vermuthungen und Behauptungen aufzustellen oder späteren Beobachtern vorzugreifen. Gerade die Geschichte des Bindegewebes hat gezeigt, wie leicht Irrungen möglich sind, wenn man mit einem theoretischen Abschlusse eilig ist, der sich im Verlaufe der Thatsachen stets von selber ergibt. Irre ich nicht, so ist hier noch ein reichlicher Stoff zu weiteren Nachforschungen, die gewiss um so dankbarer und für eine allgemeine Verständigung förderlicher sein werden, je unbefangener man sich mit der Prüfung der vorhandenen Materialien und Gesichtspunkte beschäftigt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1854-1855

Band/Volume: 6

Autor(en)/Author(s): Bruch Carl

Artikel/Article: Ueber Bindegewebe. 145-207