

Vierter Fall. Organe nicht mehr ganz frisch.

a) Lunge, im Zustand käsiger Pneumonie, verunglückte leider bei der Untersuchung.

b) Milz: kein Glycogen, aber Zucker.

c) Pancreas: kein Glycogen, deutliche Zuckerreaction.

d) Nieren: kein Glycogen, viel Zucker.

Aus den vorstehenden, freilich nicht sehr zahlreichen Untersuchungen ergibt sich, dass Glycogen ein seltener Befund in den Organen der Diabetiker ist; es wurde nur 3mal nachgewiesen, — einmal im Gehirn, einmal in der Milz und endlich in einem Falle in der Pia mater. — Hier rührte es indess wahrscheinlicher von der gleichzeitig bestehenden eitrigen Meningitis her, als vom Diabetes. — Ob in Fall II und III die eigenthümliche Jodreaction des wässrigen Hirnextractes einer zuckerbildenden Substanz, oder einem anderen unbekannten Körper angehörte, konnte nicht ermittelt werden.

## II.

### Zur Histologie der Gelenkflächen und Gelenkkapseln, mit einem kritischen Vorwort über die Versilberungsmethode.

Von Dr. C. Hueter,

Assistenzarzt am chirurgischen Klinikum der Universität Berlin.

(Hierzu Taf. I—II.)

**D**er Versilberungsmethode ist eine immer zunehmende Beachtung zu Theil geworden, obgleich die Ansichten über ihren Werth noch fern von einer Uebereinstimmung zu sein scheinen. Bei der eingreifenden Bedeutung, welche v. Recklinghausen\*) in der wichtigen Frage über den Ursprung der Lymphgefäße dieser von ihm zuerst in grösster Ausdehnung verworthenen Methode zuschrieb, war eine ernste Discussion über den Werth der Methode zu erwarten, und so hat es auch an negirenden Stimmen nicht gefehlt. Andererseits waren die überraschenden Resultate, welche die Silberimprägnation schon in ihrem Entstehen geliefert

\*) Die Lymphgefäße und ihre Beziehungen zum Bindegewebe. Berlin, 1862.

hatte, in hohem Maasse geeignet, die Verwerthung der Methode für die verschiedensten histologischen Fragen in Aussicht zu stellen. So ist im Verlauf von wenigen Jahren eine ziemlich umfangreiche Literatur über die Silberimprägnation entstanden und die braunen Bilder haben sich in die histologischen Journale eingebürgert; aber nicht allein solche, welche dieses Bürgerrecht zu begründen streben, sondern auch solche sind zum Vorschein gekommen, welche dieses Recht in Zweifel setzen und vernichten sollen. Es soll hier meine Aufgabe nicht sein, diese Literatur übersichtlich zusammenzustellen; aber ich sehe sehr wohl voraus, dass meine Versuche, welche diese Methode auf neue Gebiete überträgt, in ihren Resultaten nicht minder angezweifelt werden können, als es mit den bisherigen Arbeiten nach dieser Methode geschehen ist, und ich sehe mich deshalb veranlasst, wenigstens einen Theil der Einwürfe hier zu entkräften, welche man der Methode gemacht hat. Die Arbeiten von Harpeck \*) und R. Hartmann \*\*) enthalten solcher Einwürfe eine grosse Zahl. Für jeden, welcher sich mit der Methode recht vertraut gemacht und mit ihr zu anderen Zwecken gearbeitet hat, als um die mit derselben gewonnenen Resultate zu verdächtigen, bedarf es gewiss keines ausführlichen Nachweises, dass die genannten Herren Verfasser sich in der Deutung der Silberbilder täuschten; andere aber, welche die Methode nicht kennen, mögen vielleicht in der Beurtheilung ihres Werthes durch die bezeichneten Arbeiten zweifelhaft geworden sein. Dass mithin eine Erörterung der divergenten Ansichten nicht überflüssig ist, hat mir der Jahresbericht über die Fortschritte der Anatomie im Jahre 1864 von Henle bewiesen; denn es scheint fast, dass Henle diese Arbeiten, welche die Anwendung der Silbermethode ganz verdammen, mit zu den Fortschritten zählt. Wäre das Verdammungsurtheil begründet, so würde ich mich mit der Veröffentlichung meiner Versilberungsarbeiten dem Verdacht retrograder Tendenzen aussetzen. Ich hoffe aber zu beweisen, dass jenes Verdammungsurtheil ein ungerechtes ist. Ich fühle mich hierzu ebenso verpflichtet, wie berechtigt. Meine Arbeiten mit der Versilberungsmethode erstrecken sich über einen Zeitraum von 2 Jahren und über sehr verschiedene Gewebe, so dass ich über ein grosses Beobachtungsmaterial verfügen kann,

\*) Reichert's u. du Bois's Archiv f. Anatomie. 1864. Hft. 2. S. 222—234.

\*\*) Ebendasselbst S. 234—258.

zum Theil über dasselbe, welches Herr Hartmann benutzte, um den Unwerth der Versilberungsmethode nachzuweisen. Ich bin überzeugt, dass es gerade hier nicht ausschliesslich auf die Qualität der Untersuchungen, sondern auch auf die Quantität ankommt, und ich halte das Urtheil über den Werth einer Methode am besten begründet, welches sich auf die breiteste Grundlage der Erfahrung stützt. Ich glaube, ein Urtheil darüber gewonnen zu haben, welchen Täuschungen die Silberimprägnation der Gewebe aussetzt, und ich halte meine Erfahrungen für ausgedehnt genug, um auch über die Täuschungen zum Theil Aufklärung verschaffen zu können, welche den genannten Gegnern der Versilberungsmethode in ihrem übergrossen Eifer begegnet sind.

Was zunächst die Arbeit Harpeck's betrifft, so liefern die von ihm beigegebenen Zeichnungen den Beweis, dass er in der Anfertigung seiner Präparate nicht sehr glücklich gewesen ist. Eine grössere Uebung würde vielleicht vor einer nicht ganz correcten Deutung des Gesehenen geschützt haben. Diese Deutung wurde besonders dadurch erschwert, dass die Figuren des hinteren Hornhautepithels sich mit den Figuren der Saftcanäle und ihren Knotenpunkten mischten. Klebs\*) hat die eigenthümlichen Formen dieses Epithels an der hinteren Hornhautfläche, die grossen häufig mit zahlreichen Zacken in einander greifenden Epithelzellen beschrieben. Harpeck behauptet, diese Formen in den verschiedensten Schichten der Cornea gefunden zu haben, aber er modificirt schliesslich diesen Befund in folgender Weise. Die gewundenen Linien (welche als Begrenzungen der zackigen Epithelzellen zu deuten sind) kommen nach Harpeck's eigener Beobachtung nur selten ausschliesslich vor (d. h. ohne die bekannten Sternformen des Saftcanalsystems der Cornea) und zwar immer nur in solchen Präparaten, in welchen das heisse Wasser auf die schonendste Weise angewendet worden war. Kommen diese Formen, wie Harpeck weiter angibt, neben denen der ersten Art (d. h. neben den Sternformen des Saftcanalsystems im eigentlichen Corneagewebe) vor, dann liegen sie in den allermeisten Fällen unter ihnen in den tiefen Schichten der Cornea. Harpeck spricht sodann sein Erstaunen darüber aus, dass v. Recklinghausen diese zweite Art der Sil-

\*) Centralbl. für die medic. Wissenschaften. 1864. S. 513.

berniederschläge in der Cornea nicht erwähnt hat. Vielleicht wird diese scheinbare Versäumniss aus folgender einfacher Betrachtung erklärlich. Wenn die Epithelschicht an der hinteren Fläche der Cornea nicht entfernt wird, was bei „vorsichtiger“ Behandlung mit heissem Wasser sehr leicht vorkommen kann, so treten die Begrenzungslinien der Epithelien deutlich vor, aber die Corneasubstanz färbt sich nicht, da bei der Imprägnation nur immer die oberflächlichste Schicht getroffen wird. Das sind also die Fälle, in welchen nach der Versilberung die zweite Form Harpeck's sich ausschliesslich findet. Lässt man das heisse Wasser weniger vorsichtig einwirken, so bleiben nur an einzelnen Stellen die Epithelien stehen und man sieht beide Formen neben einander, die Epithelien aber natürlich in einer etwas tieferen Schicht, als das Saftcanalsystem der Cornea. So lässt sich Harpeck's Conjectur über die zweite Form der Silberniederschläge in der Cornea ganz mit den That-sachen in Einklang bringen. Das Missverständniss liegt darin, dass Harpeck zu sicher die Epithelien mit heissem Wasser entfernen zu können glaubte. Das heisse Wasser spielt aber noch eine weitere Rolle in den Erklärungsversuchen, welche Harpeck den Bildern der silberimprägnirten Cornea gibt. Harpeck sagt nämlich: „Veranlassung zum Entstehen der Figuren gibt sowohl die Behandlung mit heissem Wasser zur Entfernung des Epithels, die eine Schrumpfung der betroffenen Theile der Hornhaut und darum auch, besonders da dieselbe bei dieser Periode mit dem Auge im Zusammenhang bleibt, Einrisse bedingen muss, als auch die darauf folgende Einwirkung der Silbersolution; denn wie oben bemerkt wurde, treten oft an Stellen, wo Anfangs nur dunkle Linien zu erkennen waren, nachträglich noch helle Spalten auf.“ Man würde sehr unvorsichtig gewesen sein, wenn man die Procedur der Entfernung des Epithels durch heisses Wasser für ganz harmlos gehalten hätte; aber die Imprägnation mit Silber nach der Entfernung auf mechanischem Wege, durch Abpinseln oder Abstreichen, oder durch Bepinseln mit Cantharidentinctur gibt dieselben Bilder. Deshalb kann man wohl zugeben, dass durch die Behandlung mit heissem Wasser Einrisse der Cornea entstehen und nach der Versilberung weisse Linien liefern können (vielleicht ist hierdurch in der Abbildung Harpeck's, Fig. 1, besonders im rechten Abschnitt manche Eigenthümlichkeit zu erklären); was an der Cornea mit und ohne

das heisse Wasser in derselben Weise auftritt, wird schwerlich von dem heissen Wasser allein herrühren können. Wie die Silbersolution nun Einrisse in der Cornea erzeugen soll, theilt Harpeck nicht mit; das einzige Factum, welches er zu Gunsten eines solchen Prozesses anführt, dass nachträglich noch helle Linien auftreten sollen, wäre durch die fortschreitende Imbibition und Reduction des Silbers einfacher zu interpretiren. Wenn solche weisse Spalten an die Stelle schwarzer Linien treten, so muss man gewiss an Continuitätstrennungen, z. B. durch Lösung der Kittsubstanz der Epithelien denken; wenn man aber die weissen Linien bei directer Beobachtung der Silberwirkung unter dem Mikroskop da auftreten sieht, wo keine schwarzen Linien waren (und diese Beobachtung ist sehr leicht zu machen), dann liegt für die Annahme einer künstlichen Spaltbildung auch nicht der Schein eines Grundes vor. Zuweilen sieht man auch unter den unversehrten Epithelien die Saftkanäle mit ihren Knotenpunkten auftreten, und dann wird man noch weniger an Einrisse denken können. Dass nun die Grundsubstanz an einzelnen Stellen vorwiegt, an anderen aber so gegen die Knotenpunkte zurücktritt, dass sie nur in kleinen oblongen Feldern zwischen den grossen weissen Figuren auftritt, soll nach Harpeck ebenfalls gegen die Existenz der Saftkanäle sprechen. Die Motive hierfür sind mir nicht klar geworden; ich werde im Folgenden ganz ähnliche Verhältnisse am Rand der Gelenkflächen zu besprechen haben, an welchen man ein epithelähnliches Zusammenrücken der Knotenpunkte genau verfolgen kann. Manche Analogien zwischen dem Corneagewebe und dem Gewebe am Rand der Gelenkflächen haben es mir wünschenswerth erscheinen lassen, auf die Theorie der Spaltbildung genauer einzugehen. Ich darf hier schon vorausschicken, dass es sich am Rand der Gelenkflächen nicht um die Entfernung der Epithelien handelt, so dass für meine Untersuchungen die Anwendung des heissen Wassers nie nöthig war. Wie aber dünne Höllensteinlösungen Spaltbildungen in den Geweben bewirken sollen, ist für mich nicht verständlich gewesen.

Während Harpeck durch eine nicht correcte Deutung der gewonnenen Silberbilder ein verdammendes Urtheil über die Versilberungsmethode fällte, liefert Hartmann zur Begründung eines ähnlichen Urtheils ein eigenthümliches Gemisch flüchtig beobachteter Thatsachen und einer noch flüchtigeren Deutung derselben. Ein-

zelne seiner Angaben fallen mit denen Harpeck's zusammen und finden im vorhergehenden schon ihre Erledigung. Auch Hartmann will im Innern der Cornea epithelähnliche Zeichnungen gesehen haben, und zwar auf schrägen Schnitten, welche er an der Cornea des Frosches mit der Scheere (!) angefertigt hatte. Dass zu einer schrägen Schnittfläche auch ein Stück Epithel gehört, wird niemand bestreiten, aber ebenso wird es niemand auffallend finden, wenn mit der Scheere Epithelfetzen nach dem Centrum des Schrägschnittes gezerrt werden. Das Eintauchen der Cornea in heisses Wasser gibt keine Garantie dafür, dass alle Epithelien entfernt sind. Sind dieselben durch das warme Wasser nur gelockert und etwas abgehoben, so werden sie auf die Schnittfläche um so leichter von den schneidenden Instrumenten gezogen werden; und wenn Hartmann sagt, dass man die epithelartigen Niederschläge auch auf epithellosen Hornhäuten sehen kann, so hat er vergessen zu sagen, wie man vollkommen epithelfreie Hornhäute darstellen kann.

Von den Epithelien behauptet Hartmann nun, dass man durch den Höllestein wohl eine der Färbung mit Jodwasser u. s. w. ähnliche diffuse Tinction der Zellen, aber keine, die Zellgrenzen in deutlichen Netzen markirenden Niederschläge erhalte. Hierzu kann ich nur bemerken, dass die directe Beobachtung das Gegentheil lehrt. Ich habe mir zur Prüfung dieser Angabe Hartmann's vielfach die Mühe gegeben, frische Objecte, besonders die Hornhaut und die Nickhaut des Frosches erst genau auf die Grösse und Form der Epithelien in der obersten Schicht zu untersuchen und dann die Versilberung vorzunehmen. Stets grenzten die schwarzen Linien des Niederschlags Räume von derselben Grösse mit derselben Form ab, welche ich an dem frischen Object gesehen hatte. Ja noch überzeugender kann man sich von der Thatsache, dass die Grenzlinien unbestreitbarer Epithelien durch die Silberimprägnation braun oder schwarz gefärbt werden, eine unmittelbare Anschauung verschaffen, wenn man unter dem Mikroskop das Auftreten der Grenzlinien verfolgt. Bei stärkerer Silberlösung und heller Beleuchtung bedarf es dazu keiner langen Zeit. Man sieht dann ganz deutlich den Zelleninhalt, das Protoplasma in den polygonalen Räumen liegen, welche zuerst von hell glänzenden Linien, dann von allmählich dunkel und dunkeler sich färbenden Linien abgegrenzt werden. Ich kann zu einer solchen Untersuchung besonders

das Epithel an der Innenfläche der menschlichen Eihäute empfehlen, weil sich hier die Zellengrenzen durch die Breite und den hellen Glanz der Kittsubstanz, der Zelleninhalt aber durch die Grösse der Protoplasmakörner auszeichnen. Wenn sich demnach die zweite Behauptung Hartmann's, dass man keinen scharf markirenden Niederschlag in den Grenzlinien der Epithelzellen durch Silberimprägnation erhalte, durch die positivste Beobachtung als irrig erweist, so ist die von Hartmann urgirte diffuse Tinction der Zellen nur unter gewissen Bedingungen zu beobachten. Eine Färbung des Zellinhalts kann in doppelter Weise geschehen, und zwar erstens durch eine primäre intracelluläre Silberablagerung, zweitens durch eine secundäre Imbibition des ganzen Objects mit Silberlösung. Was den ersten Modus betrifft, so wurde derselbe von His, und vor ihm sogar schon von Flintzer (1854) nach Angabe von v. Recklinghausen gesehen und von diesem bestätigt. Ich habe bei meinen zahlreichen Epithelversilberungen nur selten diese intracelluläre körnige Ausscheidung gesehen, und zuweilen hat es mir den Eindruck gemacht, als ob durch mechanische Eingriffe die Kittsubstanz in solchen Fällen gelöst und so der Eintritt der Silberlösung in die Zelle geöffnet worden sei. Bei dieser Zellenfärbung handelt es sich nun vorzugsweise um körnige Niederschläge in den Zellen, und es muss deshalb die von Hartmann beobachtete Tinction in die zweite Reihe der Silberfärbung in den Zellen gehören. Diese secundäre diffuse Bräunung der Zellen kann einmal durch Anwendung concentrirter Lösungen entstehen, und dieser Modus ist auch von v. Recklinghausen beschrieben worden (l. c. S. 6); die zweite Entstehungsart bedurfte kaum einer Beschreibung, denn sie kann nur bei schlecht gearbeiteten, verdorbenen Präparaten stattfinden. Spült man nemlich die Silberlösung, nachdem sie einmal die Fläche angefeuchtet hat, nicht sorgfältig ab, so färbt sich nachträglich die ganze Fläche zwischen dem Netz der schwarzen Begrenzungslinien braun, an einzelnen Stellen mehr, an andern weniger. Dieser letztere Prozess, der so natürlich und verständlich ist, hat vermuthlich Herrn Hartmann bestimmt, die diffuse braune Tinction der Zellen als regelmässige Wirkung des Silbers zu betrachten; denn es geht aus seiner Arbeit hervor, dass er die Präparate viele Stunden in der Silberlösung liegen liess, während gerade für die Versilberung der Epithelien ein kurzes Eintauchen genügt.

Hartmann gibt nun allerdings zu, dass die Netze der Silber-niederschläge mit ihren Balken zufällig einmal die Demarcationen der Epithelzellen decken können, glaubt aber, dass sie häufiger sich in ganz unregelmässiger Weise über die Grenzen der wirklichen Zellen fortziehen. Wie ich schon oben bemerkte, lehrt die directe Beobachtung unter dem Mikroskop das Gegentheil, aber doch können Bilder vorkommen, in welchen man unter dem Netz der schwarzen Silberlinien die Zeichnungen epithelialer oder epithelähnlicher Gebilde erkennt, so dass das Silbernetz mit dem Netz der Kittsubstanz sich kreuzt. Diese Bilder müssen sogar vorkommen und zwar überall, wo doppelte oder mehrfache Lagen von Epithelien oder sehr zellenreiche Bindegewebsschichten sich finden, z. B. an der Oberfläche der Cornea, an der Nickhaut der Frösche, an den grossen Arterien u. s. w. Den zuletzt erwähnten Ort hat nun Hartmann sich zu seinen Untersuchungen ausgewählt und in seinen Resultaten hat er einen sehr sonderbaren Vorwurf gegen die Sicherheit der Versilberungsmethode gefunden. Es gelang nemlich, nach der Versilberung bei dem Zerzausen des Präparats noch unversilberte spindelförmige Zellen zu isoliren; also konnten nach Hartmann's Ansicht die Zellen überhaupt nicht versilbert worden sein, das Netz schwarzer Linien musste also über dem Gefässepithel gelegen haben. Der Zufall hat es gewollt, dass ich schon vor dem Erscheinen von Hartmann's Arbeit zahlreiche Präparate des versilberten Epithels der grossen Gefässe von Menschen und Thieren unter den Händen hatte. Ich war desshalb auch über den Fund Hartmann's nicht erstaunt, denn ich wusste, dass die grossen Gefässe unter der Epithelschicht noch Schichten mit zahlreichen Zellen, also epithelioide Bildungen besitzen. Bei der Versilberung färbt sich gewöhnlich nur die Kittsubstanz der oberflächlichsten Epithelschicht zu schwarzen Linien um, selten tritt noch ein Bruchstück eines tiefern Netzes, von der Versilberung der zweiten Schicht herrührend, hervor. Hartmann würde übrigens gewiss selbst seinen Befund in anderer Weise gedeutet haben, wenn er sich in Kölliker's\*) Handbuch der Gewebelehre über die Structur der Intima der grossen Gefässe orientirt hätte.

In den bisher erwähnten Punkten lässt sich der Angriff Hart-

\*) 4. Aufl. 1863. S. 593.



mann's noch auf dem Gebiet anatomischer Thatsachen bekämpfen, das wird aber bei einem anderen Punkt unmöglich, denn ich kenne keine Untersuchung, welcher es gelingen könnte, das Theorem Hartmann's über die Grenze der Objecte zu beweisen oder umzustossen. Hartmann sah nemlich die Zeichnungen der Epithellinien über den Rand des unterliegenden Bindgewebes hinausgreifen; für ihn ist nun dieser Rand der Rand des Objects und deshalb liegen für ihn die Epithelzeichnungen zum Theil ausserhalb des Objects, können also für ihn mit den Epithelien des Objects nichts zu thun haben. Wenn ich erwähne, dass bei jedem Flächenschnitt eines mit Epithel bedeckten Organs ein Stück des Epithels über den Rand des Parenchyms hinaushängen kann und wirklich häufig diesen Rand überragt, so thue ich es in der Ueberzeugung, dass Hartmann dieses Verhältniss ebenso gut kennt, wie ich, und dass es überflüssig ist, über diesen Gegenstand noch ein Wort zu sagen. An die sonderbare Interpretation über den Rand der Objecte schliesst sich sodann ein kühner Schritt zur Vernichtung der Silbermethode, die Herstellung künstlicher epithelähnlicher Netze auf Objectträgern, welche mit Collodium, Traganth, arabischem Gummi u. s. w. überzogen sind. Leider hat Hartmann uns keine Bildprobe von diesen Netzen gegeben, so dass man über die Schönheit und Regelmässigkeit derselben keine sicheren Anschauungen gewinnen kann; aber Fig. 1, welche ein ähnliches Netz von einer Stelle des Objectträgers neben dem Object darstellt, zeigt doch wenigstens, wie bescheiden Hartmann in seinen Ansprüchen an die Regelmässigkeit seiner künstlichen Epithelnetze ist. Das Unhaltbare solcher Argumentationen wird keinem genauer zu demonstrieren nöthig sein, der einmal die Versilberungslinien der Kittsubstanz wirklicher Epithelien gesehen hat. Täuschungen über den Unterschied solcher Netze von künstlichen Producten ähnlicher Art sind gewiss nicht schwer zu vermeiden, und nur für die allerersten Anfänge der Studien mit der Silberimprägnation mögen die Warnungen vor Verwechslungen, wie sie in der Arbeit von Hartmann enthalten sind und von Herrn Henle \*) in sehr dankenswerther Weise vervollständigt werden, von einigem Werth sein.

Ich verlasse gern diesen wesenlosen Streitpunkt, um zu einem

\*) Jahresbericht f. 1864. S. 7.

realeren überzugehen. Hartmann hat nicht nur an der Oberfläche, sondern auch im Innern der Nabelschnur epithelähnliche Zeichnungen gesehen. Ich muss gestehen, dass mich diese Entdeckung nicht wenig überraschte. Ich hatte mich vor dem Erscheinen der Hartmann'schen Arbeit längere Zeit mit der Silberimpragnation des Nabelschnurgewebes beschäftigt, indem ich die Frage der Saftcirculation und der lange gesuchten lymphatischen Wege der Nabelschnur in das Auge fasste. Ich hatte selbstverständlich nach epithelähnlichen Zeichnungen eifrig gesucht, weil dieselben über das Vorhandensein von Lymphgefässen vielleicht einen Aufschluss hätten geben können. Mein Suchen war vergeblich, aber es boten sich andere nicht uninteressante Bilder nach der Versilberung dar, welche in überraschend schöner Weise das von Virchow\*) beschriebene Saftkanalsystem des Schleimgewebes der Nabelschnur darstellten. Ich hatte deshalb die Silberimpragnation des Nabelschnurgewebes consequent fortgesetzt und ich kann jetzt die von mir mit Silberimpragnation behandelten Präparate der Nabelschnur gewiss nicht zu hoch auf 100 anschlagen. Aber nie ist es mir gelungen, Netze dunkler Linien zu finden, welche mit den an der Aussenfläche der Nabelschnur am wirklichen Epithel leicht gewonnenen Bildern oder nur mit den Silbernetzen der Epithelien überhaupt eine mehr als sehr entfernte Aehnlichkeit gehabt hätten. Diese Aehnlichkeit mit epithelialen Silberbildern bieten nur die Stellen, an welchen sich die grossen ungefärbt bleibenden Knotenpunkte des Saftkanalsystems so eng zusammendrängen, dass nur schmale Streifen von dunkel gefärbter Grundsubstanz übrig bleiben. In den Eihäuten kommt ein solches Verhalten über viel grössere Strecken verbreitet vor, und in der That reducirt sich die braune Grundsubstanz häufig in solchem Maasse, dass wirklich epithelähnliche Bilder in ziemlich täuschender Vollendung sich entwickeln. Dieser Umstand hat mich bestimmt, dem Bindegewebe, welches diese Construction des Saftkanalsystems zeigt, die besondere Bezeichnung des „epithelioiden Bindegewebes“ zu geben\*\*), und dieses Bindegewebe wird im folgenden noch mehrfach zur Sprache kommen müssen. Ich gebe zu, dass Hartmann die Andeutungen des epithelioiden Bindegewebes für epithelartige Zeichnungen genommen

\*) Cellularpathologie. 1. Aufl. S. 86 u. f.

\*\*) Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1865. No. 41.

haf; doch ist gerade in der Nabelschnur die Unterscheidung so wenig schwierig, dass ich auch an die Möglichkeit denke, Hartmann habe wie vielleicht auch an der Cornea bei der Anfertigung von Querschnitten Stücke des Oberflächenepithels auf die Schnittfläche gezerzt.

Da ich mich in der nachfolgenden Arbeit vorzugsweise mit Epithel und epithelähnlichen Gebilden zu beschäftigen haben werde, würde ich hier die Kritik der von Hartmann gegen die Silbermethode erhobenen Beschuldigungen abbrechen können; ich ziehe es aber theils der Vollständigkeit wegen, theils zum vorläufigen Schutz der von mir veröffentlichten vorläufigen Mittheilung über die Saftcanäle und Lymphgefässe der menschlichen Eihäute vor, auch noch das zu besprechen, was Hartmann gegen die Deutung der hellen Strassen mit gewundenen Zeichnungen als Lymphgefässe aussagt. Hartmann argumentirt, dass das Lymphgefäss ein von Epithel ausgekleidetes Rohr sei, dass also durch die Versilberung der beiden Epithellagen der oberen und unteren Wand ein doppeltes Netz von Epithellinien hervortreten müsse; da aber wirklich immer nur eine Lage epithelähnlicher Zeichnungen hervortrete, so seien dieselben eben wieder ein Kunstproduct ohne weitere histologische Bedeutung. Der Einwurf würde ganz begründet sein, wenn nicht erfahrungsgemäss durch die Silberimprägnation von zwei sich deckenden Epithellagen fast regelmässig nur die oberflächlichste getroffen würde. Die Silbersolution dringt überhaupt nur in eine äusserst geringe Tiefe des imprägnirten Gewebes ein und es gibt keine wirksamere Barrière für das weitere Vordringen, als eine durch eine impermeabele feste Kittmasse innig verschmolzene Lage von Epithelzellen. Ein schlagenderes Analogon, als das Verhältniss des Epithelbelags zur Corneasubstanz, welches oben in Beziehung der alternirenden Färbung des ersteren oder nach seiner Entfernung der letzteren besprochen wurde, bieten die kleinen Blutgefässe; auch hier tritt durch die Versilberung nur ein Netz epithelialer Begrenzungen auf, obgleich sicherlich die untere wie die obere Wand von Epithel bedeckt ist. Ich kann in dieser Beziehung vorläufig auf Fig. 3 verweisen. Nur an einer Stelle habe ich nicht ganz selten doppelte Netze von Epithelialbegrenzungen der Lymphgefässe gesehen, nemlich an der Deciduafläche der menschlichen Eihäute. Hier sind aber auch die Verhältnisse exceptionell. Es

können recht wohl die Rissstellen sein, wo das von der Decidua zum Uterus verlaufende Gefäss abgerissen ist. Dann wird die Silbersolution eine Strecke weit zwischen den Epithellagen in dem Lumen des Lymphgefässes vordringen können.

Endlich gibt noch Hartmann ein Misstrauensvotum gegen die lymphatische Natur der aus v. Recklinghausen's Arbeit bekannten weissen Strassen des Zwerchfells auf Grund folgender Beobachtung ab. Er sah, dass am Zwerchfell des Meerschweinchens die Epithelzeichnungen aus den weissen Strassen auch in das braune Gewebe an einzelnen Stellen übergehen. Nichts ist natürlicher, als diese Erscheinung. Wenn man von der Anschauung ausgeht, dass die Lymphgefässe mit ihren Epithelien als wandungslose Ausgrabungen im Bindegewebe wurzeln, so kann es nicht auffallen, dass diese Ausgrabungen in braun gefärbten Partien des Präparats liegen. Natürlich gehen an einzelnen Stellen Aeste von der Oberfläche in die Tiefe, und dann liegen die Epithelzeichnungen eine Strecke weit unter den braunen Partien, wie dieses auch v. Recklinghausen Taf. II., Fig. 2 gezeichnet und in der Erklärung der Abbildung beschrieben hat. Endlich erweckt die Zeichnung Hartmann's von dem Zwerchfell des Meerschweinchens den gewiss nicht ganz unbegründeten Verdacht, dass ihm hier, wie wahrscheinlich auch bei seinen Epitheluntersuchungen Präparate mit theilweise secundärer diffuser Nachfärbung vorgelegen haben. An frisch versilberten, sorgfältig abgewaschenen Präparaten sind die weissen Strassen sehr genau abgegrenzt, und wer die völlig naturgetreuen, in ihrer Deutlichkeit keineswegs übertriebenen Abbildungen in v. Recklinghausen's Arbeit vorurtheilsfrei betrachtet, der wird sich, ganz abgesehen von der Bedeutung der epithelähnlichen Zeichnungen, der Ueberzeugung wenigstens nicht erwehren können, dass diese weissen Strassen gefässähnlichen Kanälen am meisten entsprechen.

Zum Schluss sagt nun Hartmann, dass man in Anbetracht aller der durch die Versilberung erzeugten Kunstproducte die Versilberungsmethode nicht anwenden soll. Gewiss kann die Methode wie jede andere unter ungeübten Händen und vor kritiklosen Augen recht sonderbare Anschauungen produciren; dass dem so sein könne, dafür liegen schon in der kurzen Vergangenheit der Versilberungsmethode einige Beweise vor. Man kann nicht bei der

Berührung der Gewebe mit Silber wie nach der Berührung mit einem Zauberstab Wunder zu sehen verlangen; die Methode erfordert eine grosse Uebung und eine ernste Arbeit, wenn man ihr Erfolge abringen will. Aber solcher Erfolge wird man gewiss noch manche erringen können, wenn man sich von absprechenden Urtheilen wenig geübter Kritiker nicht beirren lässt. Jedenfalls möchte ich bitten, dass, wenn jemand die nachfolgende mittelst der Silberimprägnation ausgeführte Arbeit in ihren, wie ich freilich gestehen muss, etwas lückenhaften Resultaten prüfen will, er es nicht versäume, in der Technik der Methode einige Sicherheit sich zu verschaffen.

---

Die zahlreichsten Untersuchungen über die Structur der Gelenkflächen und der Innenfläche der Kapseln habe ich an dem menschlichen Kniegelenk bei jugendlichen Individuen angestellt, und zwar besonders an der Patella. Ich wurde zu dieser Wahl einmal dadurch veranlasst, dass ich diesen Knochen am bequemsten den Leichen entnehmen konnte, sodann aber besonders dadurch, dass hier die ganze Gelenkfläche leicht untersucht werden kann und dass an ihr manche interessante Verhältnisse im grössten Umfang nachzuweisen sind. Indem ich eine kurze Betrachtung der übrigen Gelenke später folgen lassen will, beginne ich zunächst mit der

#### Patella.

An der Gelenkfläche der Kniescheibe jugendlicher wie erwachsener Individuen tritt eine Längsfirst und eine Querfirst deutlich hervor. Während die erstere die Gelenkfläche in eine linke und rechte Hälfte von ungefähr gleichem Umfang scheidet, verläuft die Querfirst unfern dem untern Rand der Patella und begrenzt bei jugendlichen Individuen in den ersten Lebensjahren ungefähr den fünften Theil der Gesamtoberfläche als unteren Abschnitt, während der grosse obere Abschnitt etwa  $\frac{4}{5}$  der Gesamtfläche enthält. An dem kleinen unteren Abschnitt treten nun schon für die genauere makroskopische Betrachtung einige bemerkenswerthe Verhältnisse hervor. Man vermisst nemlich bei jugendlichen Individuen den etwa 1 Linie breiten intracapsulären Knochenstreif, welcher sich bei Erwachsenen gewöhnlich zwischen dem untern Rand der Gelenkfläche und der Linie der Kapselinsertion befindet;

die Kapsel inserirt sich vielmehr genau am knorpeligen Rand der Gelenkfläche. Diese Fläche scheint nun in dem erwähnten unteren Abschnitt in manchen Fällen in ihrem Verhalten nicht wesentlich von dem Ansehen der Gesamtoberfläche abzuweichen, oder erscheint nur um ein Minimum weniger glänzend als der obere Abschnitt; in den meisten Fällen aber sieht man mit blossem Auge von dem unteren Rand der Gelenkfläche, von der Linie der Kapselinsertion her zahlreiche kleine Gefässe als rothe Streifen in gerader Richtung von unten nach oben verlaufen, wo sie an der beschriebenen Querfirst endigen. Dem Verlauf der letzteren entsprechend sind diese über die Gelenkfläche verlaufenden Gefässe in der Mitte des unteren Randes am längsten, bei Neugeborenen zuweilen über eine Linie lang, während sie nach den Seitenrändern der Patella hin kürzer und kürzer werden und schliesslich da aufhören, wo die Querfirst an den Seitenrändern der Patella endigt. Die obere Grenze der Gefässe ist zuweilen auch schon für das blosse Auge durch arkadenartige Umbiegungen der Gefässe ausgezeichnet. Die mikroskopische Betrachtung von Flächenschnitten, welche etwas mehr als den unteren Abschnitt umfassen, lehrt schon bei schwachen Vergrösserungen, dass auch in jenen Fällen, in welchen der untere Abschnitt dem blossen Auge gefässlos erschien, die Gefässe ebenso zahlreich vorhanden sind, nur mit unvollkommener Füllung der Gefässe durch Blut oder mit vollständigem Mangel derselben. Die Grenzarcaden der Gefässe treten unter dem Mikroskop sehr scharf hervor (vgl. Fig. 1); ebenso sieht man leicht, dass die beschriebenen Gefässe aus den Gefässen der Gelenkkapsel an ihrer unteren Insertion entspringen. In der Nähe dieses Ursprungs erkennt man häufig an einem kleineren Theil der Gefässe grössere Mengen von glatten Muskelfasern und die aus ihnen entspringenden Aeste (A A Fig. 2) zeichnen sich auch bei dem weiteren Verlauf durch ihre mehr geradlinige Configuration und durch die engere Lichtung als die arteriellen Zweige des beschriebenen Gefässbezirks aus. Die etwas breiteren Venen entsenden viel zahlreichere Aeste von mehr gebogenem Verlauf (V V Fig. 2) in das zierliche Capillarnetz, welches Arterien und Venen verbindet. Nicht an allen Stellen verlaufen die grösseren Gefässe so geradlinig von unten nach oben, und nicht überall grenzt sich das Capillarnetz, welches zu den einzelnen Gefässen gehört, so scharf zwischen denselben ab, wie

in Fig. 2; vielmehr kommen allerlei Variationen vor. Aber in allen Fällen, in welchen die Gefässe sehr vollkommen mit Blut gefüllt sind, und diese Fälle sind ziemlich zahlreich, ist das Bild des Gefässnetzes ein ausserordentlich zierliches, weil es leicht gelingt, ohne Zerrung der Gefässe und deshalb ohne Zerstörung ihrer natürlichen Füllung das Object unter das Mikroskop zu bringen. Man kann in dem Flächenschnitt ein ziemlich dickes Knorpelstück abtragen, ohne die Durchsichtigkeit des Präparats wesentlich zu beeinträchtigen, und das Gefässnetz ist so über die Knorpelfläche ausgespannt, dass es von der Messerführung ganz unversehrt bleibt.

Es war zunächst zu entscheiden, ob in diesem Gefässnetz eine einfache synoviale Bildung vorlag, d. h. ob es einem Fortsatz der Synovialhaut auf die Gelenkfläche angehörte, oder ob die Gefässe als eigentliche Knorpelgefässe in der Substanz des Knorpels lagen, also den Knorpelgefässen gleichzustellen waren, welche sich in dem Knorpelgewebe vor und mit dem Auftreten der Ossificationskerne entwickeln. Für den synovialen Charakter der Gefässe sprach ihr Ursprung aus den Gefässen der Synovialis, während die Gefässe des Knorpelgewebes der Patella von der äusseren Fläche aus dem Perichondrium in dieselbe eintreten; ferner konnte für diese Auffassung der Umstand bestimmen, dass es in einigen Fällen, freilich in den seltneren, gelang, durch Zerren an dem Insertionsrand der Kapsel eine dünne Membran in Falten abzuheben, welche die Gefässe enthielt. Doch war zu berücksichtigen, dass bei mangelnder Füllung der Gefässe mit Blut das Aussehen der Fläche sich nicht wesentlich von dem Aussehen der Gelenkflächen überhaupt unterschied. Ohne weitere Zusätze war mit dem Mikroskop nichts wahrzunehmen; die Gefässe schienen nackt auf der Fläche zu liegen, und etwas unter ihrem Niveau traten die gewöhnlichen Knorpelzellen hervor. Bei Zusatz von Essigsäure traten kernartige Gebilde längs der grösseren Blutgefässe hervor. Die Imprägnation mit Silbersolution gewährte genügenden Aufschluss.

Was die Methode betrifft, welche ich von Anfang an benutzte und welche mir auch im weiteren Verlauf die besten Bilder lieferte, so muss ich bemerken, dass ich statt der schwachen von v. Recklinghausen empfohlenen Solution (1 Theil auf 400—800 Theile Wasser) stärkere ungefähr einprocentige Lösungen von salpetersaurem Silberoxyd in destillirtem Wasser versuchte. Die Gelenk-

flächen wurden möglichst frischen Leichen entnommen, doch kann man bei diesem Material ohne Bedenken über die von v. Recklinghausen gegebene Vorschrift hinausgehen, welcher empfiehlt, die einzutauchenden Substanzen entweder vom ganz frischen oder höchstens 24 Stunden alten Leichnam zu entnehmen. Leichen von 2—3 Tagen, welche nicht gefroren gewesen sind, liefern noch ein brauchbares Material, doch werden die Bilder um so schöner, je frischer die Leichen sind, und sobald der Knorpel beginnt, blutig durchtränkt zu werden, werden die Präparate völlig unbrauchbar. Von der Patella wird nun die Gelenkfläche durch feine Flächenschnitte abgetragen; man braucht sich bei der Anfertigung dieser Schnitte nicht zu scheuen, eine ziemlich dicke Knorpelschicht mit in den Schnitt zu nehmen, weil der Knorpel jugendlicher Individuen auch in dickeren Schichten noch durchsichtig genug ist, um mit stärkeren Vergrößerungen untersucht zu werden. Bis zu einer gewissen Grenze empfiehlt sich sogar das Anfertigen nicht allzudünnere Schnitte, weil dann die gefässhaltige Schicht des unteren Patellaabschnitts durchaus nicht insultirt wird. Die Schnitte dürfen nicht zu klein sein, wenn sie einen allgemeineren Ueberblick über die Verhältnisse gewähren sollen, und es ist nicht schwer, die ganze Patellagelenkfläche in zwei Schnitten abzutragen, deren jeder eine seitliche Hälfte umfasst und die sich in der früher erwähnten Längsfirst abgrenzen. Um entsprechend der Querfirst nicht zuviel Substanz in dem Schnitt zu bekommen, muss das Messer hier etwas im Bogen, parallel den Krümmungen der Oberfläche geführt werden. In der Regel brachte ich die Schnitte, deren Oberfläche von Synovia feucht war, auf ein trockenes Objectglas, und befeuchtete die nach oben gekehrte Oberfläche mit einem Tropfen Silbersolution, welche ich an einem Glasstab ohne das Object zu berühren herablaufen liess. Die untere Fläche des Objects, die Schnittfläche, kommt hierbei mit der Silbersolution wenig oder gar nicht in Berührung, was um so wünschenswerther ist, als in diesem Fall die untere Fläche des Präparats nicht gebräunt wird und das Präparat durchsichtiger bleibt. Noch sicherer kann man dasselbe erreichen, wenn man vor Anfertigung des Schnittes einen Tropfen Silbersolution über die Gelenkfläche laufen lässt. Die Zeit indessen, welche dann bis zur Beendigung der Präparation verläuft, ist bei der Concentration der von mir angewandten Solution zu lang, während auf



der anderen Seite diese Concentration den Vortheil bietet, sofort die Untersuchung beginnen zu können, und die Bilder, wie ich glaube, schärfere und schönere werden. Sobald der Tropfen der Silberlösung das Präparat bespült, entsteht entsprechend der Menge der das Präparat bedeckenden Synovia ein mehr oder weniger dicker Niederschlag von weisser Farbe, welcher wahrscheinlich aus Chlorsilber besteht. Es bedarf keiner längeren Berührung mit der Silberlösung, als ungefähr  $\frac{1}{2}$  Minute. Dann wird der Synovianiederschlag abgespült, das Präparat in Glycerin eingelegt und die Untersuchung kann sofort beginnen, wenn man das Entstehen der Silberbilder unter dem Mikroskop verfolgen will. Je schwächere Lösungen man nimmt, desto länger dauert das Zustandekommen der Wirkung, und während ich für die augenblickliche Untersuchung in der Regel die erwähnte starke Lösung benutzte, ist für die Anfertigung der Präparate, welche längere Zeit conservirt werden sollen, eine weitere Verdünnung mit einer gleichen Quantität Wasser anzurathen. Adler\*) sagt zwar, dass die Silberniederschläge im Dunkeln ebensowohl wie unter dem Einfluss des Lichtes entstehen; ich habe mich aber davon überzeugt, dass die Exposition der Präparate am Sonnenlicht die Färbung ungewöhnlich schnell bewirkt, übrigens zur Anfertigung von „Augenblicksbildern“, wenn ich mich dieses photographischen Ausdrucks bedienen darf, zu empfehlen ist. Präparate, welche aufgehoben werden sollen, dürfen dem Licht möglichst wenig ausgesetzt werden, und wenn auch die Niederschläge im Dunkeln entstehen können, so lehrt die Erfahrung, dass sie im Licht sehr schnell entstehen und leicht zu dunkel werden. Aber auch bei der Vorsichtsmassregel der Aufbewahrung an dunkeln Orten halten sich die Präparate nicht über die Dauer einiger Monate in der Weise, dass sie zu Demonstrationen benutzt werden könnten.

Beginnt man die Untersuchung der Präparate unmittelbar nach der Berührung mit der Silbersolution und zwar in dem gefässhaltigen unteren Abschnitt der Patella, so sieht man zwischen den Gefässen an verschiedenen Punkten feine schwarze Linien von unregelmässigem Verlauf anschliessen, welche allmählich breiter und dunkeler werden. Bald sieht man diese Linien weisse Räume umgrenzen und zwischen den letzteren beginnt eine braune Färbung der Substanz. So entsteht in der scheinbar structurlosen Schicht, welcher die Gefässe angehören, ein überraschend schönes und zier-

liches Bild, wie es die naturgetreue Abbildung in Fig. 3 darstellt. Das einzige, was leicht in diesem Bild zu deuten ist, sind die grösseren weissen Kanäle, welche das ganze Gesichtsfeld in besondere kleine, unregelmässige Felder zerlegen; es sind offenbar die Gefässe, welche in Fig. 2 mit ihrer natürlichen Injection gezeichnet sind, und es ist nicht schwer, in den meisten Fällen, Blutkörperchen in längeren und kürzeren Reihen in derselben zu bemerken. Aber abgesehen von den Gefässkanälen ist das Bild ein so verworrenes, das Verhältniss der braunen Linien zu den weissen Räumen ein so wechselndes und unbestimmtes, dass eine sichere Deutung des Gesehenen nicht möglich erscheint. Man muss deshalb Regionen aufsuchen, in welchen sich die Verhältnisse einfacher gestalten.

Verfolgt man die Gefässe bis an die Grenze, wo die beschriebenen Arcaden ihre convexe Bogen gegen das Centrum der Gelenkfläche hinkehren, so ist leicht zu constatiren, dass das Verhalten der Gelenkfläche auch über diese Grenze hinaus noch eine Strecke weit dasselbe bleibt. Die Breite dieser gefässlosen Zone, in welcher dieselben weissen Räume und die breiten braunen Linien in ihren unregelmässigen Begrenzungen durch die Silberimprägnation auftreten, wie man sie zwischen den Gefässen bemerkt, ist bei den einzelnen Individuen schwankend. Sie kann den dritten bis fünften Theil von der Breite der gefässhaltigen Zone im unteren Abschnitt der Gelenkfläche betragen. Diese gefässlose Zone gehört im Allgemeinen der Gegend der oben mehrfach erwähnten Querfirst in ihrem ganzen Verlauf an, sie überragt aber den höchsten Kamm der First in vielen Fällen ziemlich beträchtlich. Hier gewinnt nun das Bild der Gelenkfläche, obgleich im Ganzen dem Bild der gefässhaltigen Zone sehr ähnlich, einige andere Züge. Die weissen Räume isoliren sich mehr, die braune Substanz gewinnt an Ausdehnung, die Begrenzungen werden schärfer, die Linien einfacher. Der Unterschied wird sofort auffallen, wenn man Fig. 3 und 4 vergleicht. In dem unteren (linken) Abschnitt von Fig. 4, welcher dem unteren Abschnitt der gefässlosen Zone zunächst dem oberen Rand der Gefässe entspricht, sind die Beziehungen der weissen zu den dunklen Feldern noch nicht wesentlich von den Verhältnissen in Fig. 3 verschieden. In dem oberen rechten Abschnitt von Fig. 4 entwirrt sich das Bild mehr und mehr und man sieht, wie z. B. bei d und an

anderen Punkten, sternförmige weisse Räume eingelagert in eine braune Grundsubstanz, durch welche Verbindungen jener Räume als längere und kürzere, breitere und schmalere weisse Linien ziehen. Geht man noch weiter gegen den oberen Rand in der Richtung zum Centrum der Gelenkfläche, so gewinnt die braune Substanz noch mehr an Ausdehnung, die weissen Räume werden kleiner, dagegen zeigen sich zwischen ihnen zahlreiche weisse Linien, welche die einzelnen Räume verbinden, bald in Form einfacher Aeste, bald in Form ausgedehnter Verzweigungen, in Netzen von überraschender Schönheit, wie z. B. in Fig. 5a dargestellt ist. Und für diese Bilder liegt eine Deutung schon viel näher, wenn man sie mit den Bildern der versilberten Hornhaut-Substanz vergleicht; es tritt uns am Rand der gefässlosen Zone mit der grössten Deutlichkeit ähnlich wie in der Cornea ein System von Saftkanälen mit breiten, sternartigen Knotenpunkten entgegen.

Geht man nun mit den Erfahrungen, welche man an dieser Grenze gewonnen hat, an die Deutung und Auflösung der complicirten Bildungen, wie sie in den gefässhaltigen Bezirken, z. B. in Fig. 3 vorliegen, so kann man sich leichter zurechtfinden. Ueberall, wo die weissen Räume weiter auseinander weichen und die dunkle Substanz mehr hervortritt, ist die eckige Form der weissen Räume nicht zu verkennen, und man erkennt auch an vielen Punkten feinere Communicationen zwischen den einzelnen Räumen. Sie sind freilich nicht so zahlreich und selten so schmal, wie in Fig. 5. Gibt man nun der Vorstellung Raum, dass hier ein ähnliches Saftkanalsystem mit Knotenpunkten vorliegt, dass aber die Knotenpunkte viel enger zusammenliegen, wie in der Cornea, so wird man sich über die Bedeutung der einzelnen Regionen leicht Rechenschaft geben können. An vielen Orten sind die Knotenpunkte so eng zusammengedrängt, dass die Grundsubstanz auf einfache dunkle Linien reducirt ist, wie z. B. bei x. Diese Regionen gewähren ein epithelähnliches Bild, aber es gelingt an einzelnen Punkten, die einfache dunkle Linie, welche der Färbung der Kittsubstanz der Epithelzellen entsprechen würde, in breitere Streifen zu verfolgen, woraus deutlich hervorgeht, dass man es nicht mit epithelialen Gebilden, sondern nur mit epithelähnlichen, mit epithelioiden zu thun hat. Denkt man nun an die Möglichkeit, dass die Saftkanäle, welche die Knotenpunkte verbinden, bei der dichten Zusammen-

drängung derselben nicht überall auf der Oberfläche, wie in Fig. 5, sondern zum Theil, vielleicht zum grösseren Theil in der Tiefe verlaufen und bei ihrem gewundenen Verlauf zuweilen der Oberfläche so nahe kommen, dass sie der Silberwirkung ausgesetzt werden, so gewinnt man Anhaltspunkte für die Deutung der dünnen weissen Streifen, welche mit keinem weissen Raum in Verbindung stehen, wie bei z, für die weiss-gestrichelten Zeichnungen und endlich für die zahlreichen kleinen runden, länglichen und eckigen weissen Punkte, wie sie in den breiten Stellen der dunklen Grundsubstanz zu sehen sind.

Wenn ich demnach aus den durch Silberimprägnation gewonnenen Bildern zu schliessen geneigt bin, dass von dem unteren Rand der Patella ein bindegewebiger Fortsatz mit Gefässschlingen bis zur Querfirst über die Gelenkfläche hinübergreift, so fragt es sich, ob sich für diese immerhin unsichere Deutung noch weitere Anhaltspunkte als die Aehnlichkeit gewisser Theile mit dem Corneagewebe aufstellen lassen. Ich muss an dieser Stelle hervorheben, dass es mir nicht gelungen ist, in den grossen Knotenpunkten des fraglichen Saftkanalsystems zellige Theile, Kerne oder Protoplasma nachzuweisen, und man wird vielleicht von gegnerischer Seite geltend machen, dass hier um so mehr eine Bildung artificieller Niederschläge ohne histologische Bedeutung vorliegen könne. Dass dem nicht so ist, wird schon dadurch schlagend nachgewiesen, dass die in Rede stehenden Figuren mit einem scharfen Rand gegen das Centrum der Gelenkfläche aufhören, dass sie auch an anderen Stellen, wie ich weiter unten genauer noch ausführen muss, immer in regelmässiger Begrenzung und constant nur an gewissen Partien, nicht aber in den physiologischen Zuständen an anderen Theilen der Gelenkflächen vorkommen. Es ist deshalb klar, dass ein anatomisches Substrat für die durch die Silbersolution hervorgerufenen Bilder vorhanden sein muss, dass eine besondere Eigenthümlichkeit der betreffenden Stellen diese Bilder bedingen muss. Dass man bei den Bildern nicht an Niederschläge aus der Synovia denken kann, geht ebenfalls schon aus ihrem begrenzten Vorkommen an bestimmten Stellen hervor; ein directer Beweis hierfür kann noch weiter dadurch geliefert werden, dass man die mechanische Entfernung der Bildungen versucht. Weder mit dem Pinsel noch durch Abstreichen mit der Nadel gelingt es, die Bildungen von der Ober-

fläche des Präparates abzustreichen und erst bei dem Zerreißen mit Nadeln wird das beschriebene Bild zerstört. Wenn es somit nicht bezweifelt werden kann, dass die weissen Räume mit den sie verbindenden weissen Linien wirklich in dem Gewebe liegen, so bleibt doch die mit den Corneabildern gezogene Parallele insofern mangelhaft, als die Untersuchung ohne vorgängige Silberimprägnation in keiner Weise gleiche Räume mit zelligem Inhalt zeigt, während doch bei der Cornea es gelingt, die mit Protoplasma und Kernen gefüllten Räume von ganz entsprechender Grösse und Form wie die bei der Versilberung hervortretenden Knotenpunkte des Saftkanalsystems ohne Mühe auch im nicht versilberten Zustand nachzuweisen. Die Ursache kann die sein, dass in dem Bindegewebe, welches den unteren Abschnitt der Patellagelenkfläche bedeckt, wirklich keine Kerne und Zellen liegen. Ich glaube indessen, dass man einer so unwahrscheinlichen Annahme entbehren kann, wenn man an die eigenthümliche Situation dieses Bindegewebes sich erinnert. Dasselbe ist in einer dünnen Lage über einen ganz durchsichtigen Knorpel hin ausgespannt, dessen von scharfen und dunkeln Linien eingeschlossene zellenhaltige Höhlen in mehreren Lagen durch das bedeckende Bindegewebe durchscheinen. Denkt man sich nun die bei der Versilberung hervortretenden weissen Räume und die zwischen ihnen verlaufenden Kanäle mit einer Masse gefüllt, deren Durchsichtigkeit der der Intercellulärsubstanz des Knorpels ungefähr entspricht, so werden dieselben ohne künstliche Verdunkelung der unterliegenden Intercellulärsubstanz unsichtbar bleiben. Ist das Protoplasma, welches jene Räume vielleicht enthalten, sehr feinkörnig und durchsichtig, so wird das durchsichtige Knorpelgewebe wieder verhindern, dass es deutlicher hervortritt, und die Kerne, welche auf Zusatz von Essigsäure deutlicher hervortreten, werden von den unmittelbar unter ihnen liegenden Knorpelzellen und Kernen nicht zu unterscheiden sein. Nur in unmittelbarer Nähe der Gefässe kann man die Niveauunterschiede deutlicher unterscheiden, und hier sieht man auch kernartige Bildungen, wie schon erwähnt wurde, während etwas weiter von den Gefässen entfernt die Unterscheidung unmöglich wird. Um also in jeder Beziehung deutliche Bilder zu bekommen, muss man den unterliegenden Knorpel verdunkeln, wie dieses durch die Silberimprägnation geschieht. Versuche mit Tinction der Fläche durch Carmin und andere färbende

Stoffe haben mir keine Resultate gegeben, doch waren die damit erzielten Färbungen doch immer so wenig intensiv, dass die Knorpelsubstanz mit ihren Zellen durchschimmerte. So mag der Grund für die Unsichtbarkeit der beschriebenen Bildungen ohne die Silberbehandlung ein ähnlicher sein, wie für das Verhalten der ganz frisch ausgeschnittenen Cornea. Auch hier sieht man zuerst von den Hornhautkörperchen nichts; erst wenn die cadaveröse Trübung der Hornhautsubstanz beginnt, treten die Hornhautkörperchen zu Tage. Ähnliche cadaveröse Trübungen der Knorpelsubstanz scheinen nicht einzutreten, und da die Bindegewebsschicht über dem Knorpel nur eine Lamelle von grosser Feinheit ist, so bleibt sie zu durchsichtig, um die beschriebenen Räume hervortreten zu lassen. So wenig man der lebenden Cornea die Zellenräume absprechen wird, weil sie erst einige Zeit nach dem Tode uns sichtbar werden, ebenso wird man den nach der Versilberung des unteren Patellaabschnittes hervortretenden Figuren ein anatomisches Substrat nicht absprechen können. Es bleibt freilich ein Desiderat, wenigstens für einen Theil der weissen Räume einen Zelleninhalt nachzuweisen; da aber bei der Anwendung der Silberlösung in demselben Augenblick, in welchem die Zellengrenze deutlich wird, der Zelleninhalt fast überall bei der Silberimprägnation verschwindet, so muss ich vorläufig die zellige Natur der weissen Knotenpunkte in Frage gestellt lassen und werde im folgenden nur bemüht sein, ihre Bedeutung als Knotenpunkte eines Saftkanalsystems so weit als möglich nachzuweisen. Bei diesem Nachweis werden sich noch einzelne Punkte ergeben, welche einen zelligen Inhalt der Knotenpunkte als sehr wahrscheinlich voraussetzen lassen.

Da das Bindegewebe bis jetzt, wenn wir von der Cornea absehen, viel seltener Gegenstand der Untersuchungen mittelst der Silberimprägnation gewesen ist als die Epithelien, so hat es einige Schwierigkeiten, Vergleiche zwischen dem Bindegewebe auf dem unteren Abschnitt der Patellafläche und dem Bindegewebe anderer Localitäten anzustellen. Obgleich nun v. Recklinghausen in seiner Arbeit die Bilder, welche er durch die Silberimprägnation an den Sehnen, den fibrösen Häuten, den Schleimhäuten und dem umhüllenden Bindegewebe erhielt, auf wenigen Seiten abhandelt, so gestatten diese Untersuchungen doch wenigstens den Nachweis, dass er an verschiedenen Stellen ganz ähnliche, nur vielleicht we-

niger regelmässige Zeichnungen erhalten hat, wie die von mir an der Patella dargestellten sind. „Bei dem Bindegewebe, welches die Sehnen umhüllt, bemerkt v. Recklinghausen (S. 54), dass hier die Grundsubstanz im Verhältniss zu den Lücken fast ganz verschwindet und nur schmale, sich kreuzende Scheidewände bildet. Aber auch hier kann man noch erkennen, dass letztere stellenweise Durchbrechungen zeigen, und sich so Communicationen zwischen den Lücken herstellen. Die den Scheidewänden entsprechenden braunen Linien bilden aber oft ein so regelmässiges Netzwerk, dass die grösste Aehnlichkeit mit den Bildern entsteht, welche wir bereits bei den Epithelien kennen gelernt haben.“ Diese Beschreibung würde ebenso auf unsere Fig. 3, wie auf die von v. Recklinghausen gezeichnete Abbildung von der Hülle einer Kaninchensehne passen, und man könnte ebenso wie das Corneagewebe und die Bildungen an der oben beschriebenen Randzone (S. 43, vgl. auch Fig. 5) auf der anderen Seite das Bindegewebe der Mittelzone und das peritendinöse Bindegewebe zusammenstellen. Noch ähnlicher würde sich nach v. Recklinghausen's Beschreibung das Verhalten an der Innenfläche der Dura mater von Kaninchen dem Verhalten des supracartilaginösen Bindegewebe gegenüber sein; auch dort „ähneln an einzelnen Stellen die Figuren den Formen an der Hornhaut, an anderen Stellen drängen sich die Anschwellungen der Knotenpunkte sehr dicht zusammen.“ Ebenso würden die Zeichnungen, welche v. Recklinghausen am Perimysium durch die Silberimprägnation erhielt, hierher zu ziehen sein. Endlich kann ich noch anführen, dass die verschiedenen Bindegewebsschichten der Eihäute die verschiedensten Bilder liefern, von denen ich nur eine kurze vorläufige Schilderung entworfen habe\*) und hinsichtlich deren ich auf eine spätere detaillirte Beschreibung mit Abbildungen verweisen muss; in diesen Bildern findet man, zum Theil in noch schöneren und kolossalern Verhältnissen fast alles wieder, was ich oben beschrieben habe, die verschiedenen Variationen in dem Verhalten der Knotenpunkte und der verbindenden Kanäle, deren entgegenstehende Extreme ich als keratoide (Fig. 5. 7. 9. 10 u. 11) und als epithelioide (Fig. 3 u. 6) bezeichnen möchte. Man erkennt aus dieser Zusammenstellung des Bindegewebes aus den verschiedensten Gegenden

\*) Centralbl. f. die med. Wissenschaften. 1865. S. 641.

des Körpers, dass in dem Bindegewebe, welches den unteren Abschnitt der Patellagelenkfläche bedeckt, keinerlei Form des Saftkanalsystems bei der Versilberung hervortritt, welche nicht schon durch v. Recklinghausen's Untersuchungen bekannt geworden wäre, und es könnte somit die detaillierte Beschreibung dieser Gegend durch Wort und Bild, wie ich sie gegeben, sehr überflüssig erscheinen. Doch glaube ich keinen Missgriff zu thun, wenn ich in der wichtigen Frage über die Anatomie und Physiologie der plasmatischen Kanäle im Bindegewebe dem unteren Abschnitt der Patellagelenkfläche eine etwas hervorragende Stellung zuweisen möchte; denn abgesehen von allen weiteren Untersuchungen, welche sich in dem Gang meiner Studien an die hier entdeckten Befunde anknüpfen und zum Theil noch in den folgenden Blättern ihre Stelle finden sollen, halte ich es für angenehm, in diesem unteren Abschnitt der Patellagelenkfläche im jugendlichen Alter einen Punkt aufgefunden zu haben, an welchem man ohne viel Uebung, schnell und sicher, ausgedehnte und vollkommen schöne Bilder der beiden Saftkanalformen des Bindegewebs herstellen kann. Wenn auch die Hornhaut für die keratoide Form der Saftkanäle noch bessere Bilder liefern kann, so ist die Technik der Herstellung versilberter Präparate von der Patella ungemein leichter und einfacher, und in diesem Punkt wird nach meinen zahlreichen Erfahrungen die Patella in dem beschriebenen Abschnitt von keiner anderen bindegewebigen Partie übertroffen, ebensowenig wie in der Schönheit und Klarheit der gewonnenen Bilder. Die Technik der Knorpelschnitte ist bekanntlich die leichteste, die es gibt, und während sonst überall das Bindegewebe durch Scheere, Messer und Pincette gerissen, gequetscht oder mindestens gefaltet werden kann, so hat man hier eine ungewöhnlich dünne Lamelle von Bindegewebe auf einem durchsichtigen, festen Rahmen aufgespannt, einer Verletzung, Zerrung oder Faltung nur bei sehr rohen Manipulationen ausgesetzt. Deshalb ist den Histologen die Patellagelenkfläche zur Orientirung über die schwebende Frage der Saftkanäle im Bindegewebe und zum Gebrauch bei Demonstrationen zu empfehlen.

Auf den ersten Blick auf Fig. 3 könnte man der Ansicht sein, dass die Configuration der weissen Räume viel mehr zu der Annahme einer epithelialen Bildung, als zu der eines Bindegewebsüberzugs hätte disponiren müssen. Es lag nahe, dass, wenn hier



eine Fortsetzung der Synovialis über einen Theil der Gelenkfläche vorlag, das Epithel der Synovialis diesen Fortsatz bilden konnte, und dass das von dem gewöhnlichen Bild versilberter Epithelien abweichende vielleicht nur in unwesentlichen Irregularitäten der Epithelzellen begründet war. Schon nach den ersten positiven Resultaten, welche ich durch die Silberimprägnation an der Patellagelenkfläche erhalten hatte, sah ich mich durch diese Annahme veranlasst, die Innenfläche der Synovialhaut des Kniegelenks mit in den Kreis meiner Untersuchungen zu ziehen. Ich betrat hiermit ein Gebiet, welches seit längerer Zeit von den Histologen nicht wesentlich berücksichtigt worden ist, und auch hier war es der Methode der Silberimprägnation vorbehalten, die Grundlage wesentlich neuer Anschauungen zu gewinnen. So einfach nun auch die Technik der Methode für die Untersuchung des unteren Abschnittes der Patellagelenkfläche und, wie ich weiterhin zeigen werde, für die Untersuchung der Gelenkflächen überhaupt ist, so treten bei der Untersuchung der Synovialhäute durch die Silberimprägnation schon erheblichere Schwierigkeiten entgegen. Vor allem sind es die Faltungen der Haut und die Insulte, welche dieselbe bei der Isolirung eines für die Untersuchung geeigneten Stückes durch die schneidenden Instrumente erfährt und welche die Herstellung guter Präparate schwierig machen. Den grössten Theil meiner Untersuchungen habe ich auch hier am Kniegelenk gemacht, und ich kann für dieselben einige Stellen der Synovialis besonders empfehlen. Vom äusseren Rand der Gelenkflächen beider Condylen des Oberschenkels an und besonders an ihrem oberen Abschnitt hängt die Synovialis auf den Seitenflächen der Condylen eine Strecke weit sehr innig mit dem unterliegenden Bindegewebe zusammen, bei Kindern in früheren Lebensjahren mit dem Perichondrium, bei Erwachsenen mit dem Periost. Wenn man über diese fest ausgespannten und nicht gefalteten Partien der Synovialhaut einen Tropfen der einprocentigen Silberlösung laufen lässt und dann den Chlorsilberniederschlag der bedeckenden Synovia mit der Spritzflasche vorsichtig abspült, so erhält man durch einen Flächenschnitt mit einem guten Scalpell genügende Präparate. Ebenso eignet sich die Partie der Synovialhaut, welche über der Patella die hintere Fläche der Sehne des *M. extensor cruris quadriceps* bedeckt, zur Herstellung guter Präparate. Bevor man den Tropfen Silberlösung über die Fläche

laufen lässt, muss man die Strecksehne so viel anspannen, dass die Faltungen der bedeckenden Synovialis ausgeglichen werden. Wählt man Kapselpartien ohne festere Unterlage, so muss man um so sorgfältiger darauf achten, dass in dem Moment der Silbereinwirkung keine Faltungen vorhanden sind. Zum Abtragen der zu untersuchenden Stellen habe ich bei Mangel einer festen Unterlage den Gebrauch der Scheere zweckmässiger gefunden, als den des Messers. Die Scheere zerrt an den abgeschnittenen Theilen weniger, als das Messer; nur muss man die abgetragene Falte möglichst schnell auf dem Objectglas wieder entfalten, damit keine ungleichmässige Färbung eintritt. Nicht sehr geeignet zur Untersuchung sind die an dem Kniegelenk sehr ausgedehnten Kapselpartien, an welchen unmittelbar unter der dünnen Schicht von Bindegewebe ein dickes Fettpolster liegt; ist man gezwungen, in dem Flächenschnitt eine Schicht von Fettgewebe mitzunehmen, so stören die Contouren der Fettkugeln die Beobachtung der auf der Fläche auftretenden schwarzen Linien in der erheblichsten Weise.

Hat man nun ein grösseres Stück der Synovialhaut mit silberimprägnirter Innenfläche zur Untersuchung vorliegen, so ist man erstaunt, nirgends den polygonalen Netzen der Epithelbegrenzungen zu begegnen, wie wir sie an der Cornea, an der Conjunctiva, an der Pleura, am Pericardium, am Peritoneum, an der Innenfläche der Eihäute und an der Aussenfläche der Nabelschnur, kurz überall da sehen, wo das Mikroskop vor der Silberimprägnation die regulären, typischen Epithelformen zeigt. Das Aussehen der ganzen Fläche ist überhaupt an den verschiedenen Stellen des Präparats ein sehr verschiedenes. Was besonders in die Augen fällt, ist an vielen Präparaten ein zierliches Gefässnetz, dessen weite Maschen, besonders an den beschriebenen Seitenflächen der Femurcondylen, zuweilen sehr regelmässige rhombische oder quadratische Figuren bilden. Die weissen Kanäle, welche sich durch ihre Füllung mit Säulen von Blutkörperchen an einzelnen Stellen ihres Verlaufs, sowie durch ihr spindelförmiges Epithel zweifellos als Blutgefässe documentiren, liegen nicht überall, wie man voraussetzen sollte unter dem Epithel der Synovialis, sondern an den meisten Stellen frei, während an den serösen Häuten und an den Eihäuten ganz regelmässig das Epithel in undurchbrochener Fläche das Gefässnetz bedeckt. Ebenso wie v. Recklinghausen gegen die Henle'sche

Auffassung der zellenreichen Sehnenumhüllungen als Epithellagen geltend macht, dass zwischen den Zellen Capillaren, Arterien und Venen sich erkennen lassen (l. c. S. 55), so erregt die nackte Beschaffenheit dieses Gefässnetzes allein schon einiges Misstrauen gegen die epitheliale Dignität der innersten Synovialisschicht. Dieses Misstrauen wächst, wenn man die versilberte Innenfläche der Synovialis genauer durchmustert. Grössere Strecken bieten allerdings eine oberflächliche Aehnlichkeit mit den Bildern, welche das Silber auf wirklichen Epithelflächen hervorruft; aber ganz different ist bei genauerer Betrachtung das Verhalten der Intercellularsubstanz. Während an allen oben genannten Epithelialhäuten nur ein Netz einfacher dunkler Linien als Silberniederschläge in der Kittsubstanz der Epithelzellen auftritt, laufen an der Innenfläche der Synovialis zwischen den rundlichen hellen Räumen, welche in Form und Grösse den Zellen entsprechen, stets etwas breitere Säume von braun gefärbter Intercellularsubstanz (vgl. Fig. 6). Wenn man nun voraussetzen wollte, dass hier die Silbersolution wegen einer chemischen Eigenthümlichkeit des Substrats vielleicht die Epithelzellen etwas zum Schrumpfen bringen könnte, so ist die Betrachtung anderer Stellen für die Frage, ob die Innenfläche der Synovialis aus Epithel bestehe oder nicht, von noch sicherer Entscheidung. Es finden sich nämlich in jedem Präparat von etwas grösserem Umfang Stellen, an welchen die weissen Räume weiter auseinander rücken, und sobald dieses geschieht, werden die einzelnen Räume mehr eckig, und zwischen ihnen sieht man ein System weisser Linien verlaufen, welche sich von den Ecken der weissen Räume abzweigen, hier und da in secundäre Zweige verästeln und an vielen Stellen deutlich zwei oder mehrere weisse Räume mit einander verbinden (vgl. Fig. 7). Hier ist also die schon oben beschriebene keratoide Structur an der Innenfläche der Synovialis zweifellos vorhanden und ebenso zweifellos liegen nicht etwa diese keratoiden Bildungen an Stellen, an welchen das Epithel entfernt worden ist oder an welchen es ursprünglich nicht vorhanden war, sondern gehen continuirlich nach den Seiten hin in die Stellen über, welche die in Fig. 6 dargestellte Beschaffenheit zeigen. Nun gibt es allerdings auch grössere Stellen, an welchen die epithelioiden Bildungen gänzlich fehlen, und welche der Aufmerksamkeit der Autoren nicht entgangen sind, obgleich ihre Anwesenheit die Ueberzeugung von der epithelialen Natur der In-

nenfläche der Synovialis nicht erschütterte. Diese Stellen, von deren Fundorten und Bedeutung weiter unten noch ausführlicher die Rede sein soll, zeigen ebenfalls ihre Eigenthümlichkeit in den durch die Silberimprägnation gewonnenen Bildern. Zwischen den Gefässnetzen erscheinen grosse braune Felder, welche nur sparsam von weissen Zeichnungen, ähnlich denen in Fig. 7 unterbrochen sind; längs der Gefässe aber ziehen fast regelmässig Streifen weisser Räume, welche nur schmale braune Linien zwischen sich lassen und ein ähnliches Bild liefern, wie Fig. 3, mit dem einzigen Unterschied, dass sie nur längs der Gefässe hervortreten, so dass zwischen dem Kranz, mit dem sie die Gefässe einer Masche, das Gefässnetz umgeben, ein grösserer brauner Raum bleibt.

Nach allen diesen Erfahrungen, welche man durch die Silberimprägnation der innersten Schicht der Synovialhaut gewinnen kann, scheint es keinem Zweifel zu unterliegen, dass diese Schicht aus der Reihe der epithelialen Bildungen zu streichen ist. Knüpft man an die Analogien an, welche die oben erwähnten Bilder der Sehnenumhüllungen, der Dura mater, des Perimysiums und der Eihäute bieten, so wird die innerste Schicht der Synovialhäute zu dem epithelioiden Bindegewebe zu rechnen sein. Die Fortsetzung dieses Bindegewebes auf die Patellagelenkfläche liefert die oben genauer geschilderte Schicht, in welcher ebenso wie an der Synovialis im allgemeinen das epitheloide Bindegewebe in viel grösserem Umfang vertreten ist, als das spärliche keratoide Gewebe, dessen Vorhandensein jedoch einer Auffassung der Schicht als wirkliches Epithel durchaus widerspricht, wenn man es nicht vorziehen sollte, die bisher üblichen Anschauungen über das Wesen des Epithels überhaupt gänzlich fallen zu lassen. Ich bin nun zwar weit davon entfernt, Epithelien und Bindegewebe in der langen Reihe aller aus den embryonalen Bildungszellen hervorgehenden Gewebsformen als zwei so differente Glieder anzusehen, als z. B. eine Knorpelzelle und eine Muskelzelle; ich glaube aber nicht, dass man berechtigt ist, die Unterschiede zwischen epithelioidem Bindegewebe und Epithelien so weit als beseitigt zu betrachten, dass man ein Bindegewebe von epithelähnlicher Form einfach als Epithel bezeichnen könnte. Mag auch die Aehnlichkeit des epithelioiden Bindegewebes wie in Fig. 6 mit den Epithelien der Cornea oder der Pleura ziemlich bedeutend sein, so wird doch für den heutigen Stand unserer Anschauungen

das epithelioide Bindegewebe durch die etwas grössere Menge von Intercellularsubstanz und durch die linearen Communicationen der zelligen Räume, sobald die Intercellularsubstanz breiter wird, das Epithel aber durch die einfachen Linien der intercellulären Kittsubstanz und durch den Mangel der Communicationen zwischen den Zellenräumen für uns hinlänglich scharf charakterisirt sein.

Ein kaum weniger gewichtiger Grund, als die Form der Zellen und ihre Anordnung, liegt für die Unterordnung derselben unter das Bindegewebe in der Geschichte ihrer Entstehung. Wir wissen durch die Untersuchungen von Rathke und Bruch, dass die Gelenkverbindungen aus einer Wucherung der Knorpelschicht hervorgehen, aus einer Verflüssigung der Intercellularsubstanz. Es ist klar, dass das Perichondrium an dieser Wucherung einen Antheil nehmen muss, um das zu bilden, was wir Kapsel nennen (vgl. Henle's Bänderlehre S. 3). Die Vorgänge im Knorpel, welche der Spaltbildung vorausgehen, können wir an den Sterno-costalgelenken leicht verfolgen, und ich brauche in dieser Beziehung nur auf die von Henle gegebene Zeichnung zu verweisen. In dem weissen Streif, welcher sich in den früheren Stadien an der Stelle des Spaltes bildet und welcher mit blossen Auge so deutlich zu erkennen ist, liegen platte Knorpelzellen etwas dichter als gewöhnlich zusammengedrängt. Schreitet die Zellenwucherung so weit fort, dass eine Verflüssigung der Intercellularsubstanz stattfindet, so entsteht der Spalt, und das Stück des Periostes oder des Perichondrium, welches den Spalt überzieht, ist zur Kapsel geworden. Periost und Perichondrium besitzen nun in ihrer innersten Schicht ein sehr zellenreiches Bindegewebe, so zellenreich, dass diese Innenflächen häufig ein epithelähnliches Aussehen besitzen. Wenn nun aus diesem zwar epithelähnlichen Bindegewebe ein wirkliches Epithel hervorginge, so würde dieses immer ein sehr sonderbares Ereigniss sein; dass aber die Epithelähnlichkeit wahrscheinlich durch Wucherung der Zellen, durch näheres Aneinanderrücken der Zellen noch bedeutender wird, dass ein epithelioides Bindegewebe mit ungewöhnlich täuschender Epithelähnlichkeit sich entwickelt, ist ein Vorgang, welcher uns leicht verständlich ist. Die oben beschriebenen Stellen, in welchen eine noch grössere Verwandtschaft zum Bindegewebe, als zum Epithel klar vor Augen liegt, können als die historischen Markzeichen der Abstammung der Innenfläche der Synovialis von der zellenreichen Schicht

des Perichondriums gelten. Wie genau die späteren Entwicklungsphasen der Innenfläche der Synovialis und besonders ihrer Fortsätze auf die Gelenkflächen und endlich die pathologischen, durch entzündliche Reize bedingten Zustände dieser Theile mit dieser Auffassung in Einklang stehen, mag erst dann erörtert werden, wenn ich zuvor das Verhalten des Centrums der Patellagelenkfläche und die analogen Zustände an anderen Gelenkflächen kurz geschildert haben werde.

Das Uebergreifen der Gefäße über den Rand der Patellagelenkfläche beschränkt sich nicht auf den unterhalb der Querfirst gelegenen unteren Abschnitt, sondern an der ganzen Peripherie der Gelenkfläche ist eine schmale Randzone nachzuweisen, in welcher einzelne Gefäßschlingen, meistens mit sehr flachen Bogen, sich über die Gelenkfläche hinschieben. Diese Gefäße sind selten im Zustand ihrer natürlichen Injection mit Blut, aus einem Grund, den wir in weiterem Verlauf noch kennen lernen werden, und desshalb ist es nicht möglich, sie mit bloßem Auge zu erkennen. Die mikroskopische Untersuchung versilberter Präparate lässt dieselben als weisse Kanäle hervortreten, welche sich in der benachbarten Synovialis leicht in die mit Blut gefüllten Gefäßkanäle verfolgen lassen. Das epithelioide Bindegewebe der Innenschicht der Synovialis setzt sich überall mit diesen Gefäßschlingen auf die Gelenkfläche fort und erstreckt sich noch etwas über diese Schlingen hinaus. An der Grenze zeigen sich häufig dieselben keratoiden Bindegewebsbildungen, wie sie an der Grenze des epithelioiden Gewebes am unteren Patellaabschnitt oben beschrieben worden sind. An den Seitenrändern der Patella ist diese gefäßhaltige Bindegewebschicht sehr schmal, am oberen Rand wird sie etwas breiter. Hier bemerkt man häufig eine halbmondförmige Zone von weisser Farbe und weniger durchsichtig als das Centrum der Gelenkfläche; die mikroskopische Untersuchung lehrt, dass diese Partie von einem gefäß- und zellenarmen Bindegewebe bedeckt ist. Wenn man nun von der bindegewebigen Randzone der Gelenkfläche, welche ungefähr den vierten Theil der Fläche ausmacht, gegen das Centrum der Gelenkfläche mit der Untersuchung fortschreitet, so findet man, dass das Bindegewebe überall in einem ziemlich scharfen Rand abschneidet. Diesem Rand zunächst liegen dann platte Knorpelzellen an der Gelenkoberfläche, welche aber in der Nähe der Bindegewebsgrenze

noch eine etwas unregelmässige eckige Gestalt haben und zuweilen, wie in Fig. 8 noch Anfänge kleiner Ausläufer zeigen. Noch weiter gegen das Centrum der Gelenkfläche hin werden die Formen immer regelmässiger oval, und nur ganz vereinzelt Zellen zeigen dendritische Fortsätze, welche an die keratoiden Bildungen erinnern. Im übrigen ergibt hier die Silberimprägnation nichts besonders wesentliches, was man nicht auch ohne dieselbe erkennen könnte. Die oberste Schicht der platten Knorpelzellen bietet ein ausserordentlich schönes Bild. Die ovalen Zellenräume, deren Inhalt bei Beginn der Silberfärbung verschwindet, treten als scharf begrenzte ovale weisse Flächen in der braunen Intercellularsubstanz hervor. Das einzige erwähnenswerthe wäre vielleicht ein eigenthümliches Bild, welches zuweilen zwei, sehr nahe aneinander liegende Zellenräume darbieten. Dieselben liegen, ebenso wie so häufig zwei in einer Kapsel eingeschlossene, wahrscheinlich aus einer Theilung einer Knorpelzelle hervorgegangene Zellen in der proliferirenden Knorpelschicht nächst der Ossificationsgrenze, mit einer gradlinigen Grenze an der Berührungsstelle an einander, während an den nicht sich berührenden Theilen die Grenzen der Zellenräume die gewöhnliche convexe Gestalt haben. Die braune Linie, welche die beiden halbkreisförmigen Zellenräume verbindet, ist alsdann häufig durch zwei und mehr weisse Linien durchbrochen, welche die beiden Zellenräume verbinden. Es gibt diess ein Bild, als ob mehrfache Kanäle die beiden Zellenräume noch mit einander verbänden.

An den übrigen Gelenkflächen wiederholen sich in etwas verschiedenen Modificationen die Verhältnisse, wie ich sie in dem vorhergehenden genauer für die Patella beschrieben habe. Was zunächst das Kniegelenk betrifft, so ist die von einem Fortsatz der Intima der Synovialis bedeckte Randzone fast überall sehr schmal. Nur an drei Punkten schieben sich in den ersten Lebensjahren Gefässschlingen von etwas grösserem Umfang über den Rand der Gelenkfläche; nämlich in der Nähe der Eminentia intercondyloidea der Tibia besonders über die äussere Gelenkfläche derselben, und an dem äusseren und inneren Rand der Gelenkfläche des Femur entsprechend dem Abschnitt derselben, wo sich der obere für die Articulation mit der Patella bestimmte Theil von den unteren Theilen beider Condylen abgrenzt, welche für die Articulation mit den Meniscen und der Tibia bestimmt sind. Am Hüftgelenk umzieht ein

schmalen bindegewebiger Saum mit flachen Gefässschlingen den Rand der Gelenkfläche des Femurkopfs; dagegen verlaufen von den Gefässen des Ligamentum teres aus längere Gefässschlingen über die Theile der Femurgelenkfläche, welche der Insertion des Ligamentum teres zunächst liegen. Was die Gelenkflächen des Sprunggelenks betrifft, so habe ich schon in einer anderen Arbeit auf die Entwicklung von Bindegewebe und Gefässen am vorderen Rand der Gelenkfläche der Talusrolle aufmerksam gemacht. Ich werde im folgenden noch einmal auf diese Stelle ausführlicher zurückkommen müssen und erwähne nur vorläufig, dass diese Stelle nächst der Patellagelenkfläche für die Untersuchung der geschilderten Beziehungen der Intima der Synovialis zu den Gelenkflächen die geeignetste zu sein scheint. An den kleinen Gelenken des Fusses, sowie an den Gelenken der Hand grenzt die Synovialis sich ziemlich scharf am Rand der Gelenkflächen ab. Dasselbe ist an den meisten Stellen der Gelenke an der oberen Extremität der Fall, nur am Rand der Gelenkfläche des Radiusköpfchens findet sich ein etwas ausgedehnterer Ueberzug von der Innenschicht der Synovialis.

Wenn man die Punkte an den verschiedenen Gelenkflächen zusammenstellt, an welchen längere Synovialfortsätze sich über den Rand der Gelenkflächen schieben, so fällt sofort eine regelmässige Beziehung dieser Stellen zu der Mechanik der Gelenke auf. Alle die erwähnten Stellen treten nämlich bei den Bewegungen nicht mit der correspondirenden Gelenkfläche, sondern nur mit Weichtheilen in Contact. Der Beweis für diese Eigenthümlichkeit an den wichtigsten Stellen lässt sich leicht führen, wenn ich auch darauf verzichten muss, auf die Details der Mechanik einzugehen, weil ich mich mit diesen Betrachtungen etwas zu weit von der eigentlichen Frage dieser Untersuchung entfernen müsste. Ich will indessen gleich im Eingang der folgenden kurzen Betrachtung bemerken, dass es sich besonders am Kniegelenk wesentlich um die Mechanik desselben in den jugendlichen Entwicklungsstadien handelt.

Was die Patella betrifft, so kann ich auf die erschöpfende Schilderung ihrer Bewegungsbahnen verweisen, welche Henke\*) gegeben hat. Die oben öfters erwähnte Querfirst, welche den kleinen von mir im Detail beschriebenen unteren Abschnitt von dem

\*) Anatomie und Mechanik der Gelenke, S. 243.



grossen oberen trennt, spielt in der Mechanik der Patellabewegungen eine ziemlich bedeutende Rolle. Bei gebeugter Stellung des Kniegelenks steht nur der obere Abschnitt der Patella mit der Femurgelenkfläche in Contact; von der Querfirst an abwärts ist die Patellagelenkfläche von dem Femur abgehoben und der Raum zwischen den beiden klaffenden Knochenflächen ist von dem Fettpolster der *Plica synovialis patellaris* (Lig. alaria) ausgefüllt. Bei der Streckbewegung gleitet zuerst die Oberfläche des oberen Patellaabschnitts auf der Femurgelenkfläche nach oben, und der untere Abschnitt der Patella berührt die Fläche des Femur immer noch nicht; erst wenn die Streckung beinahe vollendet ist, wird umgekehrt der grosse obere Abschnitt von dem Femur abgehoben und der kleine untere Abschnitt legt sich an die Fläche desselben an. Da nun der Foetus in utero keine energische Streckbewegungen machen kann, so befindet sich im Verlauf der Entwicklung der kleine untere Patellaabschnitt stets dem weichen Fettpolster der *Plica patellaris* gegenüber. Dasselbe Verhalten bleibt auch noch im ersten Lebensjahr und annähernd noch in den ersten Jahren des kindlichen Alters ungestört; denn wie ich nachgewiesen habe\*), sind excessive Bewegungen in der Richtung der Streckung im Beginn des extrauterinen Lebens gar nicht ausführbar, müssen vielmehr erst durch Uebung und durch allmähliches Wegschleifen und Wegdrücken der hemmenden Knochenpunkte erlernt und ermöglicht werden. Deshalb finden wir auch in den ersten Lebensjahren noch den Synovialüberzug des unteren Patellaabschnitts mit seinen Gefässen ungestört sich weiter entwickeln; ja man kann Gefässschlingen bis zur Länge von mehreren Linien erkennen. Dann aber, und gleichzeitig mit der Ausbildung der Streckbewegungen, folgt eine retrograde Periode, eine Rückbildung. Offenbar werden die zarten Gebilde der Intima der Synovialis durch den rauhen Druck der Gelenkflächen aufeinander, welcher nun bei den intensiven Streckbewegungen des Gehacts beginnt, zuerst etwas misshandelt und dann allmählich gänzlich zerstört. So findet man dann in dem späteren jugendlichen Alter nur noch vereinzelte, im Verhältniss zum fortgeschrittenen Wachsthum der ganzen Patella sehr kleine Gefässschlingen mit Inseln von epithelioidem Bindegewebe. Endlich, mit Vollendung des Wachstums

\*) Dies. Archiv. Bd. XXVI. S. 484 u. f.

verschwinden auch diese, und nur zerstreute, verkrüppelte, kleine Zellen von eckiger Form mit Anfängen von Ausläufern bleiben als Ueberbleibsel der vollkommenen Bindegewebsbildungen der früheren Periode zurück.

Ganz ähnlich sind die Bedingungen der Erhaltung und Vernichtung für die epithelioiden Ueberzüge an den oben bezeichneten Punkten der Femurgelenkfläche. Dieselben entsprechen genau den neutralen Theilen der Gelenkfläche, welche bei den unvollkommenen Streckbewegungen des ersten und der ersten Lebensjahre weder mit den Bandscheiben und der Tibia noch mit der Patella in Berührung kommen. Der äussere Rand der Gelenkfläche des Condylus ext. kommt bei der fortschreitenden Entwicklung der Streckbewegungen, welche zugleich in ihren Extremen stärkere Rotationen der Tibia nach aussen bedingen, in immer grösserem Umfang mit dem Meniscus ext. in Contact und hier verschwinden die ohnehin weniger ausgedehnten Gefäss- und Bindegewebsbildungen zuerst. Am inneren Rand des Condylus int., wo sich bei Neugeborenen längere Gefässschlingen mit dem begleitenden Bindegewebe über die Randzone der Gelenkfläche verbreiten, bleibt eine Partie für immer ausser Contact mit dem Meniscus int., der Tibia und ebenso auch der Patella; aber die Reibungen der gegenüberliegenden vorderen Kapselwand, welche durch festere Band- und Muskelpartien unnachgiebig ist, genügt, um die rückgängigen Veränderungen des erwähnten Bindegewebes schon ziemlich früh einzuleiten und früher zu vollenden, als die eben beschriebenen analogen Veränderungen am unteren Patellaabschnitt. — Die Anordnung der Gefässe in der Nähe der Insertion des Ligam. teres am Schenkelkopf beweist aufs klarste, dass dieselben nur unter dem deckenden Schutz des Bandes gegen den Contact mit der Gelenkfläche existiren. Bei Neugeborenen zieht sich nämlich von der Insertion des Ligamentum teres über den inneren Abschnitt des Schenkelkopfs eine seichte, kurze Rinne, in welcher das Ligam. teres eingelagert ist, und in dieser Rinne ziehen vorzugsweise die Gefässschlingen mit dem begleitenden Bindegewebe über die Gelenkfläche hin. Bei den variablen Lagen, welche das Ligamentum teres bei den ausgedehnten und zahlreichen Bewegungen im Hüftgelenk einnimmt, füllt sich die Rinne mehr aus, die Reibung mit der Gelenkfläche des Acetabulum beginnt, und unter

der Reibung verschwindet der gefässhaltige Bindegewebsüberzug wie überall schon ziemlich früh.

Während an den bisher erwähnten Punkten durch die im Verlauf der Entwicklung veränderte Mechanik der Gelenke die beschriebenen Bildungen auf den Gelenkflächen allmählich zerstört werden, besitzen wir in dem vorderen Rand der Talusrolle ein Stück Gelenkfläche, welches gerade im Verlauf der Entwicklung allmählich ausser Contact mit der gegenüberliegenden Gelenkfläche geräth und sonst die entgegengesetzten Bedingungen darbietet. Wie dieses geschieht, habe ich im XXV. Band dieses Archivs S. 574 u. f. genauer erörtert und ich habe zugleich die groben, für das blosse Auge erkenntlichen Veränderungen beschrieben, welche am vorderen Rand der Talusrolle auftreten. Ich habe dort geschildert, wie zuerst in der Mitte des vorderen Rands der Ossificationskern an die Oberfläche tritt, wie die äussere Knorpelzunge verschwindet und entsprechend dem inneren Rand der Talusrolle ein Knochenstück ohne Knorpelüberzug zwischen dem Rand der Gelenkfläche und der Kapselinsertion sich entwickelt. Ich habe dort auch schon eine Randzone des Gelenkknorpels von eigenthümlicher Beschaffenheit erwähnt, von etwas trüberem Aussehen und etwas rauherer Oberfläche, welche bei Erwachsenen meist nicht zu verkennen ist, und ich habe schon damals hervorgehoben, dass selbst bei dem Extrem der Dorsalflection der obere Rand der Tibia nicht ganz bis an den Knorpelrand des Talus tritt, jene Zone demnach nie oder fast nie von der correspondirenden Gelenkfläche berührt wird. In dieser Zone entwickelt sich nun ein breites Netz von epithelioidem Bindegewebe, besonders an dem Stück der Gelenkfläche, welches mit der des Malleolus int. articulirt. Hier liegen grosse zusammenhängende Stücke von ganz ähnlichen Bildungen, wie sie Fig. 3 darstellt, nur dass die Gefässe gewöhnlich gänzlich fehlen; bald trifft man das epitheloide Bindegewebe auch in kleineren Inseln und zwischen ihnen verlaufen sehr schön ausgebildete Saftkanalsysteme. Ich habe an dem ausgewachsenen menschlichen Körper keine Stelle gefunden, welche sich so gut zur Darstellung des epithelioiden und zum Theil auch des keratoiden Bindegewebes eignete, als die eben erwähnten Punkte am vorderen Rand der Gelenkfläche der Talusrolle.

An der oberen Extremität sind, wie ich schon erwähnte, die bindegewebigen Ueberzüge der Gelenkflächen auf ein Minimum be-

schränkt, und der einzige Punkt, an welchem dieselben sich etwas breiter entwickeln, ist wieder ein solcher Theil der Gelenkfläche, welcher nicht einer anderen Gelenkfläche, sondern weichen Theilen gegenüberliegt. Es ist der schmale überhängende Rand der Gelenkfläche am äusseren Abschnitt des Radiusköpfchens, welcher dem Ligamentum annulare radii gegenüberliegt und bei den Bewegungen nur in der Kapsel dieses Bandes gleitet. Uebrigens ist die Reibung in der unnachgiebigen Bandkapsel bedeutend genug, um auch hier den bindegewebigen Ueberzug bald zu zerstören.

Aus allen Erfahrungen über das Vorkommen und die Schicksale der bindegewebigen Fortsätze, welche die Intima der Synovialis über den Rand der Gelenkflächen sendet, geht hervor, dass sie nur dort in grösserer Ausdehnung vorkommen, wo Theile der Gelenkfläche im Uterus andauernd weichen Theilen gegenüber gelegen haben, dass sie mit der Reibung der Flächen an den correspondirenden Gelenkflächen oder festeren Bandkapseln verschwinden, dass sie dagegen sich erhalten und weiter entwickeln an Stellen, welche der Reibung nicht ausgesetzt sind. Ist es nun wirklich der Mangel an Druck und Reibung, welcher sie entstehen oder bestehen lässt? Ihre Entstehung im intrauterinen Leben kann, wie ich noch weiter ausführen werde, nach unseren mangelhaften Kenntnissen über die Entwicklung der Gelenkflächen in verschiedener Weise gedacht werden; ihre Entstehung im extrauterinen Leben deutet mit voller Entschiedenheit auf den Einfluss des Mangels an Reibung hin. Ich würde hier zunächst auf das Experiment an Thieren angewiesen sein, wenn nicht die geringe Ausdehnung der Gelenke bei den kleinen Thieren, welche mir für solche Experimente zu Gebote gestanden hätten, besonders bei Kaninchen\*), und ferner die Schwierigkeit, Gelenke bei Thieren dauernd zu immobilisiren, erfolgreiche Beobachtungen etwas zweifelhaft hätten erscheinen lassen. Zudem bedurfte es dieser Experimente kaum, da sie durch pathologische Processe bei Menschen in ziemlich vollkommener Weise nachgeahmt

\*) Ich habe bei Kaninchen übrigens mehrfach die Gelenkflächen untersucht und auch hier am Randsaum derselben ein Uebergreifen der Intima der Synovialis constatirt, aber natürlich entsprechend der Kleinheit der Flächen in sehr beschränktem Umfang.

werden. Volkmann\*), Weber\*\*) und Luecke\*\*\*) haben bei entzündlichen Vorgängen beobachtet, dass sich zwischen die Gelenkflächen ein gefässhaltiges Bindegewebe von der Synovialis aus schiebt, welches die Gelenkflächen mit einander verbindet. Es kommt allerdings hier die entzündliche Reizung in Betracht, aber die Ruhestellung des Gelenks ist gewiss für diese Vorgänge von der grössten Wichtigkeit. Ich erinnere an den von Volkmann†) beobachteten Fall, in welchem sich nach einer Fractur der Patella zwischen den Meniscen und den Gelenkflächen von der Synovialis aus ein Bindegewebslager entwickelt hatte, und kann aus eigener Erfahrung Beobachtungen anführen, welche nach einer Fractur des Humerus zwischen den Condylen die Entwicklung einer gefässhaltigen Bindegewebschicht im genauen Zusammenhang mit der Synovialis zwischen der Rotula und dem Köpfchen des Radius und in einem ähnlichen Fall dieselbe Bildung zwischen Trochlea und Ulna ergaben. Fracturen am unteren Humerusende disponiren bekanntlich, auch wenn sie ausserhalb des Gelenks verlaufen, in hohem Maasse für die Entwicklung einer Anchylose im Ellnbugengelenk. Die entzündliche Reizung ist in einem solchen Fall gewiss nicht bedeutend und die andauernde Ruhestellung des Gelenks ebenfalls von grossem Einfluss; wenigstens hat mich die Erfahrung gelehrt, dass durch frühzeitige Bewegungen des Gelenks die Anchylose, obgleich dann der entzündliche Reiz noch vermehrt wird, mit vollkommener Sicherheit vermieden werden kann.

Ich bin übrigens weit davon entfernt, den Einfluss der entzündlichen Reizung auf die pathologische Bildung solcher Synovialfortsätze über die Gelenkflächen hin zu unterschätzen; vielmehr zeigen sich im Verfolg einfacher entzündlicher Processe, wie es scheint regelmässig, interessante Vorgänge dieser Art, an welchen

\*) *Observationes anatomicae*. Lipsiae, 1857.

\*\*) Ueber die Veränderungen der Knorpel in Gelenkkrankheiten. *Dies. Archiv*. Bd. XIII. S. 74 u. f. Weber beschreibt auch in dieser Arbeit die Bildung anastomosirender sternförmiger Zellen bei der Gefässbildung, und erwähnt die Umwandlung knorpeliger Zellen in sternförmige (keratoide) Bildungen.

\*\*\*) Beiträge zur Lehre von den Resectionen. v. Langenbeck's *Archiv f. klin. Medicin*. S. 382 u. f.

†) a. a. O. S. 23.

die Ruhestellung der Gelenke gewiss nur einen sehr zweifelhaften Antheil nimmt. Ich bin durch das mir so reichlich zu Gebote stehende chirurgisch-anatomische Material in den Stand gesetzt worden, in drei Fällen die sogenannten Pannusbildungen der Gelenkflächen untersuchen zu können, und zwar in frischem Zustand mittelst der Silberimprägnation; da diese Untersuchungen die Bedeutung meiner im vorhergehenden dargelegten physiologischen Studien für die pathologische Anatomie ausser Zweifel setzen, so halte ich eine etwas ausführlichere Mittheilung derselben nicht für überflüssig.

Der erste Fall betraf das Kniegelenk eines 16jährigen Individuums, dessen Oberschenkel wegen eines grossen Tumors des Femur auf der chirurgischen Abtheilung der Charité im Hüftgelenk exarticulirt worden war \*). Die Kapsel des Kniegelenks war von einer bedeutenden Menge klarer Synovia ausgedehnt, ihre Innenfläche übrigens nicht wesentlich verändert, wie dieses bei einem durch Stauung im Blut- und vielleicht auch im Lymphgefässsystem veranlassten Hydrops zu sein pflegt. Dagegen bemerkte man am unteren Rand der Patella die ausgedehnte Entwicklung eines gefässreichen Bindegewebslagers und gegen den oberen Rand hin pilzartige Massen von Granulationsgewebe. Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigten sich nach der Silberimprägnation über die ganze Gelenkfläche hin verbreitet alle die verschiedenen Zustände, welche ich oben im Bindegewebsüberzug des unteren Patellaabschnitts der Kinder in den ersten Lebensjahren genauer beschrieben habe, bald keratoides, bald epithelioides Bindegewebe in den verschiedensten Anordnungen mit und ohne Gefässe, und zwar am schönsten im unteren Patellaabschnitt, aber auch an Stellen, welche makroskopisch keinen Bindegewebsüberzug erkennen liessen. Ein ausgezeichnetes Beispiel der keratoiden Bildungen ist von einem, dem unteren Rand der Patella entnommenen Präparat in Fig. 9 wiedergegeben worden. Ebenso zeigte sich am Condylus int. und zwar ausgehend von dem Punkt, welcher gewöhnlich in den ersten Lebensjahren einen kleinen gefässhaltigen Ueberzug besitzt (s. o.), eine ausgedehnte Gefässentwicklung in einer Bindegewebschicht, welche ebenfalls ausserordentlich reich an Saftkanälen von bald keratoider, bald epithelioider Anordnung war.

\*) Charité-Annalen. Bd. XII.

Der zweite Fall betraf einen erwachsenen Kranken, in dessen Tibia am oberen Ende eine Kugel eingedrungen war. Bald nach der Extraction entwickelte sich eine stürmische Osteomyelitis, und als sich zu derselben eine eitrige Kniegelenksentzündung gesellte, wurde im königl. Universitäts-Clinicum von Herrn Geheimrath von Langenbeck die Amputation im unteren Dritttheil des Oberschenkels zwei Tage nach dem ersten Auftreten der Kniegelenksentzündung ausgeführt. Die Untersuchung ergab, dass durch Fortpflanzung der Reizung von dem entzündeten Knochen aus (nicht durch Perforation eines Knochenabscesses in die Gelenkhöhle) eine eitrige Synovitis entstanden war. Die Intima der Synovialis erschien geröthet und geschwollen; nach der Silberimprägnation zeigte dieselbe ungewöhnlich ausgedehnte keratoide Partien mit ausserordentlich breiten Knotenpunkten, wie dann auch die weissen Zellenräume der epithelioiden Stellen, ebenso wie in dem vorigen Fall, sehr gross erschienen. Die Untersuchung der Gelenkflächen beschränkte sich bei der einbrechenden Dunkelheit (ich bemerke nochmals, dass alle diese Untersuchungen an möglichst frischen Objecten ausgeführt werden und bald nach Eröffnung der Gelenkkapsel die Präparate angefertigt werden müssen) auf die Theile der Femurgelenkfläche, welche in dem vorigen Fall der Sitz der ausgedehnten pannösen Bildung gewesen waren und, wie erwähnt, in den ersten Lebensjahren noch Gefässe enthalten. Von Gefässbildung war mikroskopisch und makroskopisch nichts zu erkennen; die Untersuchung silberimprägnirter Präparate der ganz normal aussehenden Gelenkfläche zeigte noch 2—3 Linien vom Rand der Gelenkfläche entfernt keratoide Bildungen mit überraschend schönen Saftkanälen. Fig. 10 wird von der vollkommenen Ausbildung der letzteren den Beweis liefern können.

Endlich hatte ich noch Gelegenheit, an einem wegen einer chronischen Ostitis des Femur von Herrn Geheime-Sanitätsrath Behrend amputirten Oberschenkel eines erwachsenen Individuums das Kniegelenk zu untersuchen. Im Kniegelenk war nur wenig Flüssigkeit und ich übergehe die übrigen unwesentlichen Veränderungen, um eines sehr schönen, etwa 5 Linien langen Knorpelpannus zu gedenken, welcher sich in Folge des chronischen Entzündungsreizes und der Ruhestellung des Gelenks wiederum genau von der im ersten und zweiten Fall erwähnten Stelle am Innenrand

des Condylus int. femoris ausgehend über die Femurgelenkfläche hin gebildet hatte. Zwischen dem zierlichen Gefässnetz lag überall ein regelmässiges epithelioides Bindegewebe, welches der gewöhnlichen Intima der Synovialis genau ähnlich sah, und von dem ich desshalb keine Zeichnung beigelegt habe. Am Rand zeigten sich einzelne keratoide Bildungen.

Ehe ich mich über die Entstehung dieser pathologischen Befunde äussere, will ich in kurzen Worten meine Ansicht über die intrauterinale Bildung der beschriebenen gefässhaltigen Bindegewebsfortsätze der Synovialis über den Rand der Gelenkflächen zu begründen versuchen, so weit dieses bei dem lückenhaften Wesen über die Bildung der Gelenke und bei dem Mangel eigener Untersuchungen über diesen Gegenstand möglich ist. Ich erwähnte oben schon den Modus der Gelenkbildung und der Kapselbildung, wie derselbe wohl allgemein jetzt aufgefasst wird und wie wir ihn an einzelnen Punkten noch in der extrauterinen Entwicklungsphase verfolgen können. Darf man nun die beschriebenen bindegewebigen Bedeckungen der Randzonen der Gelenkflächen als Derivate der wuchernden Schicht embryonaler Zellen auffassen, aus deren Dehiscenz die Gelenkhöhle entsteht? Man würde sich dann vorzustellen haben, dass aus diesem Theil des ursprünglichen Knorpelskelets nur der Theil der Fläche zu gewöhnlichem Knorpel sich weiter entwickelt, welcher unter dem Druck der gegenüberstehenden Gelenkfläche bleibt, gewisse Theile der Randzone aber zu gefässhaltigem Bindegewebe sich umgestalten, soweit sie nicht unter dem Einfluss jenes Druckes stehen. Diese Auffassung lässt den gewichtigen Einwand zu, dass bei der Bildung der Gelenkhöhle in der dehiscirenden Schicht keine Gefässe aufzutreten scheinen, soweit uns wenigstens die Entwicklung der kleinen Rippengelenke lehrt; man müsste unter diesen Umständen eine nachträgliche Gefässbildung annehmen. Für eine solche Auffassung von einer verschiedenen Umbildung der dehiscirenden Gewebsschicht würde entschieden der Nachweis sprechen, dass zu einer früheren Entwicklungsperiode die centralen Theile der Gelenkfläche den eigenthümlicher Abschnitten der Randzone noch näher ständen, als in der späteren Periode, für welche ich die erheblichen Differenzen nachgewiesen habe. Zu einem solchen Nachweis wäre die Behauptung Toynbee's\*

\*) Man vergl. im Nachtrag das Genauere über Toynbee's Untersuchung.



zu rechnen, dass in der Mitte des Fötallebens die Gefässe der Synovialhaut viel weiter auf die Gelenkfläche übergehen; aber ich kann bis jetzt nicht die Richtigkeit dieser Behauptung zugeben, da weder Kölliker\*) sich am Humerus von 5—6 monatlichen Fötus von der Anwesenheit dieser Gefässe überzeugen konnte, noch mir es gelungen ist, obgleich ich an den gefässreichen Stellen, z. B. am unteren Patellaabschnitt untersuchte, bei Früchten aus den früheren Fötalmonaten eine ungewöhnliche Ausbreitung der Gefässe über die Gelenkfläche hin wahrzunehmen. Ich halte indessen diese Untersuchung noch nicht für entscheidend, da mir nur wenige Fötus und diese nicht ganz frisch zu untersuchen möglich war und man vielleicht auf die frühesten Stadien der Entwicklung zurückgehen müsste. Ferner könnte man einen Nachweis für die grössere Uniformität der Gelenkflächen in früheren Entwicklungsstadien darin suchen, dass Todd und Bowman\*\*) und nach ihnen Reichert\*\*\*) die ganze Wand der Gelenkhöhle, Knorpel und Kapselmembran von Pflasterepithelium bekleidet fanden. Reichert wirft sogar dabei die Frage auf, ob nicht vielleicht bei Erwachsenen die Gelenke, wenn sie ausser Thätigkeit längere Zeit gesetzt sind, auch an den nackten Stellen sich mit Epithelzellen bedecken möchten? Diese Frage habe ich im Vorhergehenden mit einem allerdings bedingten Ja beantwortet, obgleich wie schon erwähnt, für die ganz einfache Ruhestellung der Gelenke ohne entzündliche Reize keine Erfahrungen vorliegen. Diese bejahende Antwort ist aber auch insofern bedingt, als es sich nicht um die Bedeckung der Gelenkflächen mit Epithel, sondern mit epithelioidem Bindegewebe handelt. Was aber das Epithel der Gelenkflächen beim Fötus betrifft, so vermute ich, dass damit nicht etwa die so täuschenden epithelioiden Bindegewebsbildungen, sondern die Lage platter Knorpelzellen von den genannten Autoren verwechselt sein wird, welche in der obersten Schicht der Gelenkflächen liegt, und zwar beim Fötus viel dichter zusammengedrängt, als bei Erwachsenen. Zu der Zeit, in welcher die citirten Publicationen erschienen, war man über die knorpelige Natur dieser Zellenlage noch nicht so klar, wie später, als nach der Berichtigung der früheren An-

\*) Handbuch der Gewebelehre. 4. Aufl. 1863. S. 240.

\*\*) Physiological Anatomy. 1843. S. das Nähere im Nachtrag.

\*\*\*) Jahresber. in Müller's Archiv 1489. Vgl. den Nachtrag.

sichten durch Todd und Bowman\*), und den Erklärungen von Birkett\*\*), Hënle\*\*\*) seiner früheren Ansicht entgegen und ebenso Kölliker†) sich für die Dignität dieser Zellen als Knorpelzellen erklärten. Ich könnte endlich noch für die verschiedene Differenzirung der dehiscirenden Substanz im Centrum und an der Randzone den Befund einzelner keratoider Formen an den Knorpelzellen der centralen Theile des Gelenkknorpels anführen, den ich oben schon erwähnte; aber die Zahl dieser Formen ist so klein, ihr Vorkommen so unregelmässig, dass ich auf dieselben nicht allzuviel Gewicht legen möchte. Wenn endlich die von mir beobachtete Bildung von pathologischem epithelioiden Bindegewebe an unbewegten Gelenkflächen für die Möglichkeit einer ähnlichen physiologischen Bildung an den ruhenden Gelenkflächen im Uterus über den ganzen oder grössten Theil ihres Umfangs zu sprechen scheint, so möchte ich grade auf diese Analogie eine andere Anschauung, als die Differenzirung des dehiscirenden Gewebes im Centrum zu Knorpel, am Rand zu gefässhaltigem Bindegewebe begründen.

Die von Reichert vermuthete Bedeckung der ruhenden Gelenkfläche mit Epithel, glaubte ich nemlich zwar einestheils nur als eine Bedeckung der Fläche mit epithelioidem Bindegewebe in bedingter Weise bestätigen zu können, aber das Auffallendste, was bis jetzt in solchen, freilich noch nicht zahlreich untersuchten pathologischen Präparaten regelmässig gefunden wurde, ist der Zusammenhang dieser Bedeckungen mit und das Ausgehen von der Synovialis aus. Demnach wäre es nicht die Gelenkfläche, aus welcher sich die epithelioiden Bildungen entwickeln, sondern die Synovialis wäre die Matrix, welche die Bildungen über die Gelenke hinüber schiebt. An dieses Factum lässt sich folgende Anschauung über die Entwicklung der synovialen Ueberzüge am Rand fötaler Gelenkflächen innerhalb des Uterus anknüpfen. Sobald die Dehiscenz der Gelenkflächen, die Bildung der Gelenkhöhlen erfolgt ist, pflegen sich durch Veränderungen der Lage des Fötus einzelne Punkte der Gelenkflächen von einander zu entfernen. Aus der

\*) Vgl. den Nachtrag.

\*\*) Vgl. den Nachtrag.

\*\*\*) Bänderlehre. 1856. S. 2.

†) Handbuch der Gewebelehre. 4. Aufl. 1863. S. 239.

Wucherung des Perichondriums ist unterdessen die Synovialhaut, und insbesondere die zellenreiche Intima derselben aus der zellenreichen tiefsten Schicht des Perichondriums hervorgegangen, und diese Intima ist wie alle gefäss- und zellenreichen Gewebe den normalen Wucherungsreizen unterworfen. Dabei schiebt sie Fortsätze über die Gelenkflächen hin, ähnlich wie im späteren Leben in Folge entzündlicher Reizungen, aber natürlich vorzugsweise dahin, wo die Gelenkfläche nicht mit der correspondirenden in Verbindung steht, wo ferner bei den beschränkten Bewegungen des Fötus im Uterus die entstehenden Bildungen nicht sofort durch die Reibung wieder zerstört werden, wo also der geringste Druck zu überwinden ist. Die Synovialis folgt eben dem allgemeinen Wachsthumsgesetz, dass die Wachsthumintensität mit den vermehrten Druckwiderständen abnimmt, welche das wachsende Gewebe zu überwinden hat; und z. B. drängt die wuchernde Intima das weiche Gewebe der Plica patellaris von dem unteren Abschnitt der Patella ab; sobald sie aber an die Querfist gelangt und den Widerstand der Femurgelenkfläche zu überwinden hat, wird das Fortschieben unterbrochen. So wenig es mir gelungen ist, etwas zu gewinnen, was einem Beweise für die Richtigkeit dieser Anschauung ähnlich ist, so sehr fühle ich mich trotzdem für diese Anschauung disponirt, weil sie mir den Gesetzen der Entwicklungsgeschichte zu entsprechen scheint. Ich würde gern noch manches zu ihren Gunsten anführen, aber ich fühle, dass ich mich zu sehr auf dem Boden der Hypothese bewege, und ich begnüge mich, die beiden Anschauungen, welche ich nach unseren heutigen Kenntnissen für zulässig halte, neben einander zu stellen. Fortgesetzte Untersuchungen über die Entwicklung der Gelenke werden hoffentlich bald zu den Gunsten einer derselben, vielleicht aber auch für eine dritte entscheiden.

Die retrograden Metamorphosen, welche die gefässhaltigen Synovialbedeckungen an der Randzone der Gelenkflächen eingehen, lassen sich zwar zum grossen Theil in den verschiedenen Stadien morphologisch verfolgen, und soviel scheint klar zu sein, dass der Druck und die Reibung die vorzüglichsten Ursachen derselben sind (s. o.); trotzdem aber bin ich ausser Stande, etwas genauer das Wesen derselben zu schildern. Die wesentlichste Frage scheint mir die zu sein, ob das Bindegewebe als solches verschwindet, oder ob die Bindegewebszellen zu Knorpelzellen werden, ihre Inter-

cellularsubstanz aus einer leimhaltigen eine chondrinhaltige wird. Chemische Untersuchungen können bei der Kleinheit der Objecte und der Unmöglichkeit, die bedeckende Schicht von dem bedeckten Knorpel zu isoliren, nicht wohl angestellt werden; wir bleiben demnach auf die morphologischen Verhältnisse angewiesen. Die feinfaserige Beschaffenheit der Oberfläche an dem unteren Patellaabschnitt ohne die Silberimprägnation lässt mich vermuthen, dass die Zellenräume, wie gewöhnliches Bindegewebe, in einer faserigen Intercellularsubstanz liegen, während ich an der Grenzzone (Fig. 8) glauben möchte, dass die Zellen schon in völlig hyaliner Intercellularsubstanz liegen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Umwandlung der streifigen Intercellularsubstanz in hyaline unter dem Einfluss der Reibung gegen die Peripherie allmählich fortschreitet, während zugleich die Zellen weiter auseinanderrücken und rundliche Formen annehmen, obgleich, wie ich bemerkte, auch am Ende der Entwicklung noch die Knorpelzellen, welche aus den Zellen des Bindegewebes hervorzugehen scheinen, eine etwas zackige Form und kleine Fortsätze zeigen. Für den Uebergang von Bindegewebe zu Knorpelgewebe unter dem Einfluss der Reibung liegen so zahlreiche pathologische Erfahrungen vor, welche ich noch durch Aufsuchen physiologischer Paradigmen zu ergänzen bemüht war\*), dass in einem solchen Vorgang nichts Auffälliges zu constatiren ist. Ob die Verbindungen der Zellenräume durch enge Saftkanäle ganz zu Grunde gehen, oder in rudimentären, auch bei der Silberimprägnation unsichtbaren Bildungen bestehen bleiben, wage ich nicht zu entscheiden; doch möchte ich ihren völligen Untergang bezweifeln, weil ich mir die pathologischen Vorgänge leichter würde erklären können. Bei Stauungen in dem Blut- und vielleicht im Lymphgefäßssystem wie in dem ersten, oder bei entzündlicher Reizung, wie in dem zweiten und dritten Fall (s. o.), mag dabei die Ursache in den Gefäßen oder in dem Gewebe liegen, steigt der Seitendruck in dem plasmatischen Röhrensystem, in den saftführenden Ernährungskanälen; der Ernährungssaft strömt dann in die früheren, leeren Bahnen ein, wobei freilich nicht ausgeschlossen ist, dass neue Saftkanäle in die Intercellularsubstanz gegraben werden. Die Bilder, wie sie in Fig. 9 und 10 gezeichnet sind,

\*) Dieses Archiv. Bd. XXVIII. S. 271.

würden dann nur eine ausgezeichnet vollkommene natürliche Injection der Saftkanäle, unter dem entzündlichen Druck hervorgebracht, darstellen. Hiermit würde die oben erwähnte Vergrösserung der Knotenpunkte übereinstimmen, während aus den ampullären Erweiterungen der Saftkanäle wie in Fig. 11 neue grössere Knotenpunkte entstehen könnten. Ist die Patella durch die Flüssigkeit, welche sich unter dem erhöhten Seitendruck im Saftkanalsystem entweder aus offenen Stomata oder aus gebohrten Kanälen in die Gelenkhöhle ergiesst, abgehoben worden, so steht der Wucherung der Intima der Synovialis nichts mehr im Wege, und so wird wie im ersten Fall bald die ganze Gelenkfläche mit einem Bindegewebe überzogen sein. Diese Andeutungen der Beziehungen der normalen Structur der Gelenkflächen und der Intima der Synovialis zu den pathologischen Erscheinungen mögen genügen, um darauf hinzuweisen, was die pathologische Anatomie durch weitere Untersuchungen auf diesem Gebiet zu erwarten hat.

Ich habe noch einiges nachzutragen, was sich den bisherigen Betrachtungen nicht gut unterordnen liess. Was die Beziehungen des epithelioiden und keratoiden Bindegewebes der Intima der Synovialis zu den Gefässen betrifft, so bemerke ich ausdrücklich, dass es mir nicht gelungen ist, Lymphgefässe in derselben nachzuweisen. Ich kann ihre Anwesenheit um so mehr in Abrede stellen, als v. Recklinghausen in der Silberimprägnation das sicherste Reagens für feine Lymphgefässe kennen gelehrt hat. Uebrigens liegen Lymphgefässe in dem subsynovialen Gewebe, so dass die Wege der Ernährungsflüssigkeit von den Blutgefässen zu den Lymphgefässen gewiss nicht sehr lang sind. Die innigen Beziehungen des Bindegewebes und seiner Saftkanäle zu den Blutgefässen und besonders zu den Capillaren lassen sich in Bildern wie in Fig. 3 ungewöhnlich deutlich erkennen. Nirgends öffnet sich zwar das Gefässsystem frei in das Bindegewebe hinein\*), aber die Capillaren sind so eng von Saftkanälen, resp. ihren Knotenpunkten umspinnen, dass die Scheidewand an vielen Punkten nicht dicker ist, als die Kittsubstanz zwischen zwei Epithelzellen. Ich bemerkte oben, dass schon früher epithelfreie Partien an der Innenfläche der Kapselmembranen bekannt waren, nach meiner Ansicht also zellenarme Stellen der

\*) Was in der Abbildung so erscheinen könnte, erklärt sich aus dem Eintauchen der Gefässe unter das epithelioides Gewebe.

Intima. Verfolgt man hier die Gefässe, so sieht man sie immer eingerahmt zwischen zwei Streifen von weissen Räumen, welche befähigt sind, grössere Partien von Ernährungsflüssigkeit aufzunehmen und an die zellenarmen Territorien abzugeben. — Ich will an dieser Stelle noch eine Bemerkung über die ebenerwähnten „epithelfreien“ Stellen der Kapselintima anknüpfen. Kölliker fand solche Stellen besonders an den Fingergelenken, und ich schliesse mich der Deutung von Henle an, welcher glaubt, dass es die auseinandergezogenen Falten waren, an welchen Kölliker das Epithel vermisste. Ich habe ebenfalls an verschiedenen Stellen die Bemerkung gemacht, dass in dem Grund von Kapselfalten die Zellen sehr spärlich sind und bei der Versilberung nur einzelne keratoide Bildungen hervortreten. Eine solche Stelle ist zum Beispiel diejenige Kapselpartie, in welcher sich in Form einer Falte bei jugendlichen Individuen die Synovialis vom mehrerwähnten unteren Rand der Patella zur Höhe der fettreichen Plica patellae hinüberschlägt. Gewiss ist auch hier der Druck der sich berührenden Kapselflächen der Grund für die kümmerliche Entwicklung der Zellen und des Saftkanalsystems, in welchem das Plasma nicht frei circuliren kann.

Endlich drängt sich mir bei dem vorläufigen Abschluss meiner Untersuchungen eine schwer gewichtige Frage auf. In welcher näheren Beziehung steht die Synovia zu dem in den Saftkanälen der Kapselintima circulirenden Ernährungsflüssigkeit? Fast alle Synovialhöhlen zeichnen sich vor den eigentlich epithelialen Körperhöhlen, wie der Pleura, dem Pericardium, dem Peritoneum im physiologischen Zustand durch eine erheblichere Menge von eigenthümlich fadenziehender, schleimhaltiger Flüssigkeit aus. Dieses lässt vermuthen, dass die Bahnen, auf welchen die Flüssigkeit von den Blutgefässen aus in die Höhle gelangt, andere sind, als in den genannten Höhlen, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass die von mir aufgefundenene Structur für diese Bahnen bedeutungsvoll ist. Könnte sich die Synovia nicht aus offenen Seitenkanälen der Saftkanäle in die Gelenkhöhle ergiessen? Ich halte es für nicht unmöglich, und vielleicht dürften in den zahlreichen kleinen weissen Punkten, welche in der Intercellularsubstanz in Fig. 3 sich befinden, die morphologischen Begrenzungen solcher Stomata gegeben sein. Der Nachweis wird sich hoffentlich durch Resorptionsversuche von

den Gelenkhöhlen aus genauer liefern lassen, Versuche, für welche mir bis jetzt keine hinreichend grosse Thiere zu Gebote standen. Die metastatischen Gelenkabcesse bei Septicämie, die eminente Gefahr jauchiger Gelenkeiterungen werden hoffentlich noch auf diesem Wege ihre Erklärung finden. Vorläufig notire ich noch das eine Factum, dass die Synovia nicht so arm an körperlichen Theilen ist, als man wohl annehmen sollte. Es kommen in ihr zwar ausserordentlich wenig geformte Zellen, aber ausserordentlich viele einzelne Protoplasmakörner vor, die den Protoplasmakörnern des Inhalts der Zellen ähneln, mit welchen die Gelenkhöhle ausgekleidet ist. Hinter dieser Thatsache vermthe ich einige Vorgänge, welche das physiologische Studium der Gelenkapparate noch in einer bis jetzt ganz vernachlässigten Richtung für die Physiologie nutzbar machen können.

Berlin, im December 1865.

---

### N a c h t r a g.

Die vorhergehenden Blätter wurden zu verschiedenen Zeiten in Bruchstücken niedergeschrieben, und ihre Vollendung wurde durch verschiedene andere Arbeiten sehr verzögert. Ich bin deshalb noch genöthigt, einen kleinen Nachtrag folgen zu lassen, indem ich jetzt meinen Untersuchungen noch eine wichtige ergänzende Beobachtung hinzufügen kann, weil ich ferner einige neuere Arbeiten im Gebiet der Versilberungsmethode erwähnen muss, weil ich endlich der Verpflichtung einer genaueren Berücksichtigung der Literatur nach sorgfältiger Prüfung der Originalarbeiten gewissenhafter nachkommen kann, als es mir bei dem Niederschreiben der vorhergehenden Blätter möglich war.

Es ist mir bei fortgesetzten Untersuchungen mehrfach gelungen, am centralen Rande der gefässhaltigen Schicht der Patellagelenkfläche Zellen mit hellglänzenden Ausläufern wahrzunehmen, welche in Form und Grösse ganz genau den durch die Silbermethode an jener Stelle ermittelten keratoiden Bildungen (S. 43) entsprechen. Die Ursache des Misslingens der früheren Versuche in dieser Richtung war wohl hauptsächlich eine zu geringe Berücksichtigung der Flüssigkeiten, in welche die Präparate eingelegt

waren. Ich vermute, dass durch Quellen der Intercellularsubstanz die Ausläufer zusammengedrückt und hierdurch unsichtbar werden können. Seitdem ich Synovia oder dünne Lösungen von phosphorsaurem Natron (1 pCt.) benutze, um die Flächenschnitte zu untersuchen, bin ich im Stande gewesen, häufiger die beschriebenen keratoiden Bildungen an den Gelenkflächen nachzuweisen. Die epithelioiden Gebilde werden durch die Begrenzungslinien der unmittelbar unter ihnen befindlichen platten Knorpelzellen so mannigfach durchkreuzt, dass ich über ihre zellige Natur noch immer keine klaren Anschauungen habe gewinnen können. Die Lage der platten Knorpelzellen, welche in den früheren fötalen Perioden so ausserordentlich epithelähnlich sind, liegt regelmässig auch unter den bindegewebigen Fortsätzen, welche von der Synovialis aus den Rand der Gelenkflächen überziehen. Ich glaube in diesem Verhalten noch einen Grund mehr zu finden, welcher für das secundäre Hinüberschieben der Synovialfortsätze über die Randzone der durch Dehiscenz entstandenen Gelenkflächen und gegen das Entstehen der Synovialfortsätze aus der dehiscirenden Schicht spricht.

Ich kann nicht umhin, hier noch den Beitrag zur Histologie der bindegewebigen Gebilde zu erwähnen, welchen Prof. Hoyer in Warschau vor einiger Zeit publicirt hat\*). Mit grossem Vergnügen constatire ich, dass Hoyer's Untersuchungen in vielen Punkten mit den meinigen übereinstimmen; leider lernte ich dieselben zu spät kennen, als dass sie auf die Richtung meiner Arbeit, deren Hauptresultate ich schon im September 1864 der anatomischen Section der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Giessen mitgetheilt hatte, einen Einfluss hätten ausüben können. Insbesondere darf ich auf das hinweisen, was Hoyer in seinen Untersuchungen der Cornea zur Vertheidigung der Versilberungsmethode gegen die Angriffe Hartmann's und Harpeck's geleistet hat. Er betont besonders, dass man nicht sicher sei, alles Epithel zu entfernen, wenn man es vor dem Einlegen des Präparats in die Silberlösung herunterpinselt, und empfiehlt desshalb die Epithelschichten in der Silberlösung zu entfernen, wo dieselben sich in grösseren Fetzen ablösen. Ferner wird erwähnt, dass es dem mit der Methode noch nicht genügend Vertrauten begegne,

\*) Reichert u. du Bois: Archiv f. Anatomie. Mai 1865. S. 204—245.



dass er die innerhalb der Substanz der Hornhaut gelegenen Zeichnungen an die Oberfläche verlegt. Der exacte Nachweis der Kerne in den weissen Räumen der silberimprägnirten Cornea, welche den Knotenpunkten des Saftkanalsystems entsprechen, ist gewiss von grosser Bedeutung, und das Vorkommen von epithelähnlicher Anordnung der Knotenpunkte in der Hornhaut jüngerer Thiere (Katzen) gibt einestheils eine weitere Erklärung für die erwähnten Beobachtungen (S. 27), welche epithelähnliche Linien in dem Corneagewebe nachwiesen und hierdurch den Werth der Silbermethode discreditiren sollten, andernteils wird hierdurch die im vorhergehenden betonte Analogie der Cornea mit den Synovialbedeckungen der Gelenkfläche noch mehr begründet und erweitert. Die epithelähnliche Anordnung der Zellen in den Lamellen der Pacin'schen Körperchen, in dem intertubulären Bindegewebe des Hodens, an dem peritendinösen Bindegewebe der Achillessehne (s. o. S. 47), wo Hoyer ein wirkliches Epithel zu sehen glaubt, dehnt das Gebiet der von mir als „epithelioides Bindegewebe“ bezeichneten Gewebsart noch über andere, als die von mir untersuchten Terrains aus. Endlich hat Hoyer in dem verknorpelten Theil der Achillessehne des Frosches ein Gebiet gefunden, welches er für besonders geeignet zur Untersuchung des durch die Silberimprägnation hervortretenden Lückensystems und seiner Beziehung zu den Blutgefässen hält, welches demnach den von mir untersuchten Synovialfortsätzen am nächsten steht. Ich glaube, dass die Patella des Kindes sich doch noch mehr empfiehlt; ich will aber nicht unerwähnt lassen, dass die Beziehungen des „Lückensystems“ oder, wie ich sagen möchte, des Saftkanalsystems zu den Gefässen an jener Stelle von Hoyer genau so beschrieben worden sind, wie ich dieses Verhältniss an der Patellagelenkfläche oben beschrieben und abgebildet habe.

Meine historischen Nachforschungen über die Gefässe der Gelenkflächen haben zu folgenden Resultaten geführt. Die älteste Notiz über die Disposition der Gefässe der Synovialhaut an der Grenze der Gelenkflächen hat Hunter gegeben. Er bezeichnet die Gefässbildungen an dieser Grenze als den „*Circulus articuli vasculosus*“ und vergleicht den arkadenartigen Bau der Gefässe mit der Vertheilung der Gefässe in den Mesenterien. Ueber das Verhalten dieser Gefässe zu den Gelenkflächen sagt Hunter Fol-

gendes: The small branches, divided into still smaller ones upon the adjoining surface in their progresses towards the centre of the cartilage. We are seldom able to trace them into its substance, because they terminate abruptly at the edge of the cartilage, like the vessels of the albuginea oculi, when they come to the cornea.“ Hunter hat demnach schon unzweifelhaft Gefässschlingen über den Rand der Gelenkflächen hinüberbiegen sehen; eine weitere Beschreibung derselben gibt er indessen nicht.

Cruveilhier theilt in seinen *Observations sur le cartilage diarthrodiaux* die Resultate von Injectionen mit Ichthyocolla und Indigo mit. „Les ramifications des vaisseaux s'avancent sur le cartilage dans l'espace d'une demie ligne à une ligne, mais s'arrêtent toujours dans le point précis, où la synoviale cesse elle-même d'être distincte.“ Ausser der Bestimmung der räumlichen Ausdehnung, in welcher die Gefässe über die Gelenkflächen verlaufen, erfahren wir auch hier nichts Genaueres.

Die oben kurz erwähnte Arbeit Toynbee's (*Philosophical Transactions of the royal Society of London*. 1841. 1 Th. S. 159 u. f.) ist für die von mir bearbeiteten Fragen von dem erheblichsten Interesse. Ich war erstaunt, bei dem Lesen der Originalarbeit viele detaillirte Angaben über die Gefässe der Gelenkflächen zu finden, welche durch meine Untersuchungen durchaus bestätigt werden. Ich constatire gern, dass für manche Befunde, welche ich in den vorübergehenden Blättern mittheilte und welche mir ganz neu erschienen, Toynbee das unbestreitbare Verdienst der Priorität besitzt. Es wird am angemessensten sein, wenn ich die werthvolle Arbeit Toynbee's, soweit sie die gefässhaltigen Theile der Gelenkflächen im jugendlichen Alter betrifft, hier im Auszug mittheile. Man wird leicht nach diesem Auszug beurtheilen können, wie genau die Beobachtungen Toynbee's sind, wie wenig sie verdienten, fast ganz unbeachtet zu bleiben, und wie sie durch meine Untersuchungen ergänzt werden.

Toynbee unterscheidet 2 Perioden für das Verhalten der fötalen Gelenkflächen. In der ersten, frühesten Periode (es wurden Kalbsfötus von 12 und 17 Linien Länge, sowie sehr junge menschliche Fötus untersucht) besitzen die Gelenkflächen keine Gefässe. Es schien ein Synovialüberzug die Gelenkflächen zu bedecken, aber die Zellen waren in keiner Weise von den Knorpel-

zellen verschieden. Bei dem 17 Linien langen Kalbsfötus waren die Zellen der oberflächlichsten Schicht platt und ungefähr so gross, wie die Epithelzellen der Mundschleimhaut bei Erwachsenen. Demnach hat Toynbee die von mir S. 55 beschriebenen flachen, grossen Knorpelzellen schon in diesen frühesten Fötalstadien gesehen. Was nun die Bildung von Gefässen auf der Gelenkfläche betrifft, so hat Toynbee vorzugsweise den Schenkelkopf in der Nähe der Insertion des Ligamentum teres untersucht (vgl. S. 58). Die zweite Periode beginnt mit den Anfängen der Gefässbildung, aber Toynbee hält es für sehr schwierig, den Zeitpunkt dieser ersten Anfänge genauer zu bestimmen. Im 3. bis 4. Monat bilden die Gefässe sehr feine Windungen, welche unter der Synovialis liegen, im 5. Monat treten die Windungen etwas weiter aus einander und dehnen sich über die Oberfläche des Knorpels bis zur Breite von ungefähr  $\frac{1}{2}$  Linie aus. Zwischen dem 7. und 8. Monat werden sie mehr und mehr in die Länge gezogen, und die schlingenartigen Endigungen liegen  $1\frac{1}{2}$  Linie vom Ligament. teres entfernt. Vom 8. Monat an beginnen die Gefässe wieder etwas zurückzuweichen und zur Zeit der Geburt und in dem folgenden Zeitraum liegen sie wieder unmittelbar an dem Insertionspunkt des Ligam. teres. Die Zone, in welcher sich früher die Gefässe befanden, ist noch eine Zeit lang durch die weisse Farbe des Bindegewebes (cellular tissue) zwischen dem Knorpel und der Synovialmembran zu erkennen. In dem Kniegelenk des menschlichen Fötus von 5 Monaten dehnen sich die Gefässe der Synovialis bis zu einer beträchtlichen Entfernung über die Oberfläche des Gelenkknorpels aus. Zur Zeit der Geburt sind die Gefässe schon bedeutend zurückgewichen, aber sie nehmen noch einen Theil der Gelenkfläche ein. Das Capillarnetz zwischen den grösseren Gefässen der Gelenkflächen wird von Toynbee beschrieben und abgebildet, und in Betreff der Localitäten, in welchen Toynbee diese Gefässe fand, wird in der Beschreibung der Abbildung gesagt, dass sich die Gefässe an der Circumferenz der Oberschenkelcondylen finden. Eine nähere Angabe der Fundorte ist in Toynbee's Arbeit nicht aufzufinden, und von allen Gelenken behauptet Toynbee nur, dass die Gefässe der Synovialis ein Band bilden, welches die Circumferenz des Gelenkknorpels umgibt („a band, which surrounds the circumference of the articular cartilage in all joints“). Es ist dess-

halb nicht richtig, wenn Kölliker sagt, dass Toynbee das weitere Hinübergreifen der Synovialgefäße über die fötalen Gelenkflächen im Allgemeinen behauptet hat, und noch weniger richtig erscheint es, wenn Kölliker die Gelenkflächen des Humeruskopfes sich ausgewählt hat, um diese fragliche Behauptung als unbegründet zu erweisen.

Als Ursache des Verschwindens der Gefäße an den Gelenkflächen im Verlauf der Entwicklung wird schon von Toynbee bestimmt der Druck bezeichnet, welchem die Gefäße bei dem Gebrauch der Gelenke ausgesetzt sind. „Wenn das Kind beginnt, die verschiedenen Gelenke zu gebrauchen und dieselben dem Druck auszusetzen, so weichen diese Gefäße zurück; und im erwachsenen Zustand findet man sie nur an dem Randabschnitt des Gelenkknorpels, welcher von dem Einfluss der äusseren Kräfte ausgeschlossen ist. Ich werde eine andere Gelegenheit benutzen, um die krankhaften Zustände zu besprechen, in welchen bei dem Erwachsenen diese Gefäße fast über die ganze Fläche des Gelenkknorpels sich ausdehnen.“ Ohne Zweifel hat also Toynbee nicht nur den Knorpelpannus gekannt, sondern auch die im vorhergehenden von mir genauer ausgeführten Beziehungen zwischen dieser pathologischen Erscheinung und der physiologischen Gefässentwicklung auf fötalen Gelenkflächen vermuthet. Es ist sehr zu bedauern, dass Toynbee diese Sätze nicht genauer ausgeführt hat. Die gefässhaltige Randzone der Patella wird in seiner Arbeit nicht besonders erwähnt, und die feineren histologischen Verhältnisse der von Toynbee übrigens so genau gekannten Synovialfortsätze der Gelenkflächen werden von demselben nicht weiter berücksichtigt. Von physiologischem Interesse ist noch eine Beobachtung Toynbee's, welche freilich noch einer genaueren Prüfung bedürftig, aber schon deshalb kaum zu bezweifeln ist, weil dieselbe vollkommen leicht aus den von mir dargelegten innigen Beziehungen des Bindegewebes der Synovialintima zu den Gefässen einerseits und zu der Synovia andererseits ihre einfache Erklärung finden kann. Wenn Toynbee Gefässinjectionen mit roth gefärbter Leimmasse ausführte, so sah er häufig den Synovialsack angefüllt mit farbloser Leimmasse, sobald die Injection der Gelenkkapselgefäße gut gelungen war. Da der Farbstoff (Vermion-Cochenille oder Mennige?) ein körniger war, so kann man sich wohl vorstellen, dass die Körner

auf dem Wege durch die Saftkanäle abfiltrirt wurden, während die flüssige Masse dieselben durchlief und durch die von mir vermutheten freien Oeffnungen des Saftkanalsystems ähnlich wie die Synovia in die Synovialhöhle ausströmte (vgl. S. 70).

Weniger bestimmt, aber auch weniger richtig sind die schon oben berührten, kurzen Angaben von Todd und Bowman (*The physiological Anatomy and Physiology of Man*. London, 1843. S. 90, 93, 127). Die Verfasser bestätigen das von Henle (allgem. Anatomie S. 369) beschriebene Pseudo-Epithel an der freien Gelenkfläche (vgl. oben S. 65), und fügen hinzu, dass dasselbe nur am Fötus vollkommen gut zu sehen sei, während man es bei Erwachsenen häufig trotz aller Vorsicht nicht auffinden könne. Bei diesen zeige dann die Unregelmässigkeit der Fläche an, dass dieser Ueberzug verschwinde, wenn die Fläche der Reibung und dem Druck ausgesetzt werde. Man könne sogar Zellen sehen, welche zum Theil über die Oberfläche hervorragten, ein deutliches Zeichen der geschehenden Abreibung. Die Verfasser haben zweifellos die oberste Lage platter Knorpelzellen für Epithelien gehalten; was aber die erwähnte Abreibung betrifft, so glaube ich nicht, dass eine solche im physiologischen Zustand stattfindet. Das Verschwinden der epithelähnlichen Beschaffenheit jener Zellschicht erklärt sich einfach durch das Auseinanderrücken der einzelnen platten Zellen, wenn die Gelenkfläche in der Breite wächst. Die auch im späteren Alter glatte Beschaffenheit der Fläche spricht gegen eine solche physiologische Abreibung, um so mehr, als wir durch Druck und Reibung aus dem Bindegewebe sogar Knorpel entstehen sehen. Bei der Häufigkeit pathologischer Altersveränderungen und pathologischer Abschleifungsprozesse liegt es freilich nahe, auch an eine physiologische Abschleifung zu denken.

Ueber das Verhalten der Synovialis zu den Gelenkflächen äussern sich Todd und Bowman dahin, dass die Synovialmembran eine kurze Strecke weit sehr innig mit dem Knorpel zusammenhänge, aber nicht über die Partie hinaus verfolgt werden könne, welche bei den Bewegungen dem Druck ausgesetzt werde. Am Fötus aber erstreckte sich die Synovialmembran über die ganze Knorpelfläche. Die letztere Behauptung geht also viel weiter, als Toynbee's genauere Untersuchungen ergeben hatten, und ist durch nichts begründet, als durch die eben erwähnte fälschliche Deutung der platten

Knorpelzellen zunächst den Gelenkflächen. Die Gefässe der Gelenkflächen in der Fötalperiode werden nach Toynbee's Untersuchungen von Todd und Bowman kurz erwähnt, ebenso wie die grössere Ausdehnung dieser Gefässe in pathologischen Zuständen.

Birkett hat in seiner Arbeit „on healthy and morbid articulations“ (Guy's hospital reports. Vol. VI., Pt. 1, 1848, S. 36 u. f.) sich nicht nur das Verdienst erworben, auf die platte Anordnung der Knorpelzellen an den Gelenkflächen und an die stattgefundenen Verwechselung derselben mit Epithelzellen die Aufmerksamkeit gelenkt zu haben, sondern er scheint auch schon die knorpeligen Anchylosen gesehen zu haben. „Den Zustand der Synostose sieht man in manchen Fällen; aber sogar wenn die Synostose sehr weit fortgeschritten ist, findet man an einzelnen Stellen zurückgebliebene Theile der Gelenklamellen, ohne dass an diesen Punkten eine knöcherne Vereinigung stattgefunden hat.“

Ueber die epithelfreien Stellen (S. 70) der Gelenkkapseln muss ich noch von Reichert (J. Müller's Archiv f. Anatomie 1849. Bericht über die Fortschritte der mikroskopischen Anatomie des Jahres 1848, S. 16) eine kurze Bemerkung nachtragen. Derselbe sah im Fötalzustand des Menschen und der Haussäugethiere an der ganzen inneren Oberfläche der Synovialkapseln einen Ueberzug von Epithelium. Auf dem Gelenkknorpel lag dasselbe unmittelbar auf der Knorpelsubstanz auf und glich in der Form dem innersten Epithelium der Gefässe. Von einer Verwechselung desselben mit Knorpellamellen konnte nicht die Rede sein. Bei Erwachsenen dagegen konnte Reichert nur an denjenigen Stellen der Gelenkkapseln Epithelium nachweisen, welche sich der Reibung mehr entziehen. Meine, oben erwähnten Befunde stimmen mit der letzteren Beobachtung überein; was das Epithelium der fötalen Gelenkflächen betrifft, so glaube ich nicht, dass Reichert etwas anderes gesehen hat, als Todd und Bowman und kann desshalb auf meine Bemerkung über diese Autoren verweisen. Endlich hat es mir nicht gelingen wollen, bei meinen Untersuchungen über die formativen Bestandtheile der Synovia die abgestossenen Knorpellamellen aufzufinden, welche Reichert nicht ganz selten in der Synovia sah, so wenig ich auch leugnen möchte, dass bei der pathologischen und ziemlich häufigen Auffaserung der Knochen solche Abstossungen vorkommen können.

Schliesslich sei mir gestattet, an den Schlusssatz meiner vorstehenden Arbeit, betreffend die Physiologie der Synovia (S. 70) in einer nachträglichen Bemerkung einiger von Frerichs (Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, III. Bd., 1. Abth., S. 463 u. f.) hervorgehobenen Thatsachen kurz zu gedenken. Frerichs leitet den Schleimgehalt der Synovia von den abgestossenen und in der alkalischen Flüssigkeit aufgelösten Epithelien der Synovialintima ab. Für die grössere Menge der Synovia im Verhältniss zu den Flüssigkeiten der eigentlichen serösen Höhlen sucht Frerichs den Grund in dem unvollkommenen Gegendruck, welchen die den Gelenkapparat umgebenden Weichtheile leisten. Hatten die Gelenke längere Zeit in Ruhe sich befunden, so war die Menge der Synovia grösser, ihr Schleimgehalt geringer, weil der Gegendruck dann ungewöhnlich klein war und die Abreibung der Epithelien nur unvollkommen stattgefunden hatte. Ich muss einstweilen meine Vermuthung über die Quelle der Synovia ebenso unbegründet lassen, wie ich es vorläufig für unbewiesen halten muss, den Schleim der Synovia von aufgelösten Epithel-, oder wie ich sagen möchte epithelioiden Bindegewebszellen abzuleiten. Die geformten Theile der Synovia sind mit Ausnahme der beschriebenen einzelnen Protoplasmakörner immer so unbedeutend, dass ich an eine lebhafte Abstossung der Intima der Synovialis zu glauben nicht geneigt bin. Mit der Menge der Schleimkörperchen in anderen schleimhaltigen Flüssigkeiten ist jedenfalls die Anzahl der in der Synovia herumschwimmenden Zellen und Körnchenhaufen nicht zu vergleichen.

## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel I u. II.

- Fig. 1. Ein Abschnitt der gefässhaltigen Randzone im unteren Abschnitt der Patellargelenkfläche. Vergrösserung 60.
- Fig. 2. Eine kleine Partie aus derselben, mit sehr vollkommener Füllung der Gefässe mit Blut. A A Arterien. V V Venen. Zwischen denselben das ausgedehnte capillare Netz. Vergrösserung 150.
- Fig. 3. Stelle aus dem mittleren Theil dieser Zone nach der Silberimprägnation. In den Gefässen entsprechen die dunklen Linien den Epithelgrenzen; dieselben setzen sich auch in die Capillaren fort (vgl. die Mittheilungen von Auerbach, Aeby und Eberth, Centrabl. f. med. Wissensch. 1865. No. 12, 13, 14). Die weissen Räume entsprechen den Knotenpunkten des Saftkanalsystems. Die Grundsubstanz grau.
- Fig. 4. Aus dem oberen Theil des unteren Patellaabschnitts.
- Fig. 5. Von der oberen Grenze des synovialen Fortsatzes auf diesem Abschnitt.

- Fig. 6. Epithelioides Bindegewebe von der Intima der Synovialhaut.  
 Fig. 7. Keratoides Bindegewebe von der Intima der Synovialhaut.  
 Fig. 8. Grenze zwischen dem synovialbedeckten unteren Patellaabschnitt und der nackten Gelenkfläche des oberen Abschnittes, über der Querfist der Patella gelegen.  
 Fig. 9. Keratoides Bindegewebe aus einem Synovialfortsatz auf die Patellagelenkfläche bei Hydarthrus chronicus.  
 Fig. 10. Keratoides Bindegewebe von der unteren Gelenkfläche des Femur bei Pyarthrus acutus.  
 Fig. 11. Keratoides Bindegewebe von dem Rande der unteren Femurgelenkfläche mit sehr ausgedehntem Netz von engen Saftkanälen; von einem 10jährigen Kinde.  
 Vergrößerung bei Fig. 3—11: 400—600.
- Sämmtliche Zeichnungen sind von Herrn Dworaczek nach der Natur angefertigt worden. Es wurden fast ausschliesslich Hartnack'sche Mikroskope zu der Untersuchung verwendet.

### III.

## Ueber die Blutbewegung in den Venen.

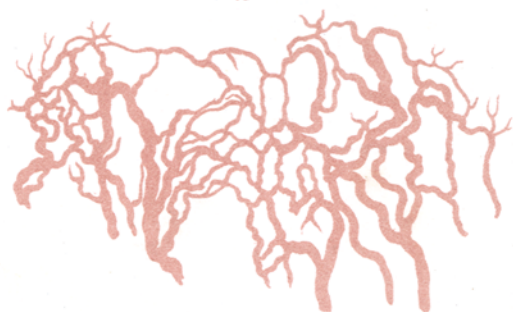
Von Dr. Heinrich Jacobson in Königsberg i. Pr.

(Hierzu Taf. III. Fig. 1.)

Die Vereinigungsstellen der Venae jugulares und subclaviae sind die dem Herzen nächsten Punkte des Venensystems, die einer Messung des Blutdrucks zugänglich sind. Ueber diese Grenze hinaus sind directe Bestimmungen desselben unausführbar. Sie sind zwar wie an der Arteria pulmonalis und den Lungenvenen, so auch an der Vena cava superior und dem rechten Atrium versucht worden. Was hier aber gemessen wurde, ist ein durch das Experiment geschaffener, nicht der unter normalen Circulations-Bedingungen bestehende Druck. Führt man, wie es gewöhnlich zu geschehen pflegt, ein Verbindungsstück mit dem Manometer durch die Vena jugularis externa nach dem Herzen hin, so wird der Hohlvenenstrom in hohem Grade gehemmt und von seiner Bahn abgelenkt. Oeffnet man den Thorax, um das Manometer an den Gefässen selbst zu befestigen, ohne die Blutbewegung in denselben zu stören, so wird durch die künstliche Respiration, nach welcher Methode man sie auch einleiten mag, der Lungenkreislauf so wesentlich verändert, dass sich aus den Resultaten solcher Versuche



1.



2.

