

XIII.

**Ueber die Genese des Bindegewebes, nebst einigen
Bemerkungen über die Neubildung quergestreifter Muskel-
fasern und die Heilung per primam intentionem.**

Von Dr. E. Aufrech^t,
Assistenzarzt am städtischen Krankenhouse in Magdeburg.

Ich war an die Anlegung von Wunden bei Thieren mit der Absicht herangegangen, mir die in den letzten Jahren vielfach dissentire Frage über die Neubildung quergestreifter Muskelfasern zur Aufgabe einer selbständigen Untersuchung zu machen; aber kurz nach dem Beginn meiner hierauf bezüglichen Thätigkeit drängte sich mir ein anderes Object auf, welches mein Interesse in höherem Grade rege machte und meine Aufmerksamkeit dem Bindegewebe zu einem guten Theil entzog. Es waren die Vorgänge bei der Entwicklung des Bindegewebes, deren Verfolgung mich zu Ergebnissen führte, welche von den jetzt fast allgemein geltenden Anschauungen nicht unwesentlich differiren.

Als Versuchsobjecte dienten mir hauptsächlich Kaninchen und Meerschweinchen, bei denen ich Wunden an der Haut des Rückens, der Glutaeenmuskeln und Wirbelsäulenstrecker, sowie penetrirende Bauchwunden, mit und ohne Einnähen des Netzes in die Wunde, anlegte. Bei den meisten der an den langen Streckern der Wirbelsäule angelegten gebrauchte ich die Vorsicht, den Schnitt durch die Haut mit dem durch den Muskel nicht correspondiren zu lassen. Alle Wunden, unter denen ich 18 für die Erforschung der Vorgänge während der ersten zwei Tage der Heilung verwendete, je 3—4 für die der nächstfolgenden Tage bis zum zwanzigsten, endlich eine spärlichere für die bis zum fünfzigsten statthabenden Veränderungen, heilten per primam intentionem, mit Ausnahme einer Muskelwunde bei einem Kaninchen und einer Hautwunde bei einem Meerschweinchen. Die Ursache hierfür mag wohl in der Benutzung von Instrumenten liegen, welche kurz vorher zum Seciren von Menschen gedient hatten. Was die mikroskopische Unter-

suchung der Präparate anlangt, so habe ich hier nur zu erwähnen, dass ich sie sowohl sofort nach der Tödtung des Thieres als auch nach vorgängiger Erhärtung in einer 3—5 prozentigen Lösung zweifach chromsauren Kali's vornahm. In ersterem Falle benutzte ich als Zusatzflüssigkeit eine 2 prozentige Lösung phosphorsauren Natrons oder die von Schultze angegebene Salz-Eiweiss-Lösung ¹⁾, in letzterem destillirtes Wasser.

Fünf Stunden nach der Verletzung waren die Theile, welche unter der wieder vereinigten Haut von einander abstanden, so die durchschnittenen Rücken- und Glutaeen-Muskeln, durch eine glasig durchscheinende Masse mit einander in Contact gebracht, welche nur dann ein röthliches oder rothes Aussehen hatte, wenn bei der Operation eine reichliche Blutung in die Wunde eingetreten und die Haut vor vollkommener Stillung derselben vernäht worden war. Wo ich diesem den Einblick in die Heilungsvorgänge, wenigstens während der ersten 48 Stunden nach Anlegung der Wunde, überaus störenden Uebelstände entgangen war, da zeigte jene glasig durchscheinende Masse bei der mikroskopischen Untersuchung nur sehr spärliche rothe Blutkörperchen, welche zumeist in der Nähe der Wundflächen lagen, und bestand zum überwiegenden Theil aus einer gleichmässig hellen Substanz, in welcher geradlinig und wenig verlaufende, meist gleichgerichtete und nur selten sich kreuzende Streifen sichtbar waren. Ich muss sie als Faltungen der vollkommen gleichartigen und, wie schon das Auseinanderziehen der Wundränder ergab, in ziemlich beträchtlichem Grade elastischen Masse ansehen, zum Theil auch als Spalten, erzeugt durch das Abquetschen einer kleinen, zur mikroskopischen Untersuchung tauglichen Partie mittelst der Scheerenblätter ²⁾. Kohlensäure, Alkalien, 5 promillige Salzsäure, verdünnte Essigsäure machten das Ganze, die scheinbaren Fasern sowohl, wie die zwischen ihnen befindliche helle Substanz zu einer gleichmässig matt glänzenden feingekörnten Masse aufquellen. Es handelt sich eben um Fibrin, das seinen physikalischen und chemischen Eigenschaften nach vollkommen mit

¹⁾ Max Schultze, dieses Archiv Bd. XXX. S. 256.

²⁾ Sollten nicht bei Thiersch (Thiersch, Die feineren anatomischen Veränderungen nach Verwundungen der Weichtheile, Billroth's und Pitha's Chirurgie Bd. I. Hft. II. Abth. II. S. 547) entsprechende Bildungen und Bilder vorgelegen haben?

Blutsfibrin übereinstimmt, gleichviel ob es ausserhalb des Körpers oder in unterbundenen Gefässen¹⁾ aus den beiden Fibringeneratoren entstanden ist. Doch geht dasselbe hier keineswegs aus dem in den Wundraum ergossenen Blute hervor, stellt sich auch erst einige Zeit nach der Verletzung und nach der vollkommenen Stillung der Blutung ein; wenigstens habe ich den Raum zwischen durchschnittenen Muskelpartien, über denen ich die Haut provisorisch mit Serres fines geschlossen hatte, nach $\frac{3}{4}$ Stunden noch nicht, wohl aber nach 5 Stunden mit Fibrin ausgefüllt gefunden.

Von jeher trug der Faserstoff in Wunden den hochtrabenden Namen Organisationsmaterial oder plastische Lymphé, weil man ihm die Fähigkeit zuschrieb, sich in organische geformte Gebilde umzuwandeln. Es scheint mir unnötig, hier näher auf diese falsche Anschauung einzugehen, mir liegt nur ob, die Angaben über die Umbildung des Faserstoffs zu Bindegewebe, wie sie, soviel ich weiss, von Zwicky²⁾ zuerst in stricter Form statuirt worden ist, als irrtümlich hinzustellen. Die Bildung des Bindegewebes knüpft an einen wesentlich anderen Bestandtheil des Wundinhaltes an. In das Fibrin eingebettet finden sich nämlich zellige Elemente, welche bis zur 36. oder 48. Stunde — ich spreche hier von Muskelwunden und erwähne die bierauf bezüglichen Verhältnisse bei Haut- und penetrirenden Bauchwunden besonders, weil hierbei einige Differenzen obwalten, welche den Fortgang meiner Untersuchung nicht unbeträchtlich erschweren — an Zahl stetig zunehmen. Sie sind von runder Form, etwas höckriger Oberfläche und entsprechen an Grösse genau der der weissen Blutkörperchen des Thieres, dem sie zugehören. Erst nach Zusatz von verdünnter Essigsäure hellen sie sich auf und lassen einen, am häufigsten 2—4 kleine dunkle Kerne erkennen. In Anbetracht ihrer seit längst anerkannten Uebereinstimmung mit weissen Blutkörperchen, Angesichts der sicheren, weil auf der Basis der exactesten Methode gewonnenen Beobachtungen Cohnheim's³⁾ über den Austritt weisser Blutkörperchen aus den Gefässen entzündeter Theile, glaubte ich die Frage in's Auge fassen zu müssen, ob es sich nicht auch hier um ausgetretene weisse Blutkörperchen handle. Ich injicirte

¹⁾ Vgl. Zwicky, Die Metamorphose des Thrombus. Zürich 1845. S. 5.

²⁾ Zwicky l. c. S. 47.

³⁾ Cohnheim, Ueber Entzündung und Eiterung. Dieses Archiv Bd. XL.

Fröschen, denen ich die Gastrocnemii subcutan durchschnitten hatte, innerhalb der ersten Stunde nach der Durchschneidung gefülltes Anilinblau oder aufgeschwemmt Zinnober in den Lymphsack des Rückens und fand schon nach 8 Stunden farbstoffhaltige Zellen in der Wunde, so dass ich annehmen kann, dass ein Theil der hier angetroffenen Zellen vorher in dem mit Farbstoff gefüllten Lymphsack des Frosches gewesen ist, dass weisse, nach der Stillung der Blutung ausgetretene Blutkörperchen den Wundinhalt constituiren helfen¹⁾). Bei meinen übrigen Versuchstieren habe ich diese Methode zur Eruirung der Vorgänge an Wunden gefässhaltiger Theile gar nicht in Anwendung gezogen, denn hier, wo ich den Farbstoff in die Blutgefässe einbringen musste, hätte von Correctheit in der Ausführung keine Rede sein können, weil während der ersten Stunden jede heftige Bewegung des Thieres einen Austritt von Blut, somit auch von freien Zinnoberkörnchen zur Folge haben kann²⁾). Doch ist damit keineswegs jede Möglichkeit aufgehoben, die vollkommene Identität der in der Wunde befindlichen Zellen mit weissen Blutkörperchen, ihre Herkunft aus den Blutgefässen zu erweisen; ich kann es durch die Exclusion jeder Beteiligung der Bindegewebszellen an ihrer Bildung. Untersucht man innerhalb der ersten 10—15 Stunden, also zu einer Zeit, wo die Zahl der neu aufgetretenen Zellen noch nicht so gross ist, dass fast alles Weitere durch sie verdeckt wird, den Rand einer Kaninchenwunde, welche durch Haut, Unterhautbindegewebe und Muskel geht, dann findet man zunächst die die Wunde begrenzenden Bindegewebsfasern vollkommen unversehrt, so wie sie sich während des ganzen Verlaufs der Wundheilung verhalten; es geht eben, so weit sich das aus der Untersuchung von in fortlaufender Reihe von Zeiträumen zu Gesichte gelangenden Objecten erschliessen lässt, bei der Heilung per primam intentionem keine der schon bestehen-

¹⁾ Ich glaube, dieser Schluss kann durch die an Kaninchen gemachten Beobachtungen von Reitz, „Ueber die passiven Wanderungen von Zinnoberkörnchen durch den thierischen Organismus“ (Wien. akad. Sitzungsber. Bd. LVII. Separatabdr.) nicht erschüttert werden.

²⁾ Bei den Resultaten J. Maslowsky's, „Ueber die Neubildung und die Heilung quergestreiften Muskelgewebes nach traumatischen Verletzungen“ (Wien. med. Wochenschrift 1868. Nr. 10) dürfte diese Fehlerquelle wohl nicht ganz auszuschliessen sein.

den Bindegewebsfasern zu Grunde¹⁾). Und zwischen ihnen, in die Kittsubstanz Rollett's²⁾ eingebettet, finden sich dieselben Zellen, wie ich sie als die alleinigen zelligen Gebilde im Wundinhalt, also in der Masse, welche zwischen abstehenden Wundrändern liegt, beschrieben habe und außerdem dicht am Wundrande ebenso gut, wie in einiger Entfernung von demselben die gewöhnlichen Bindegewebszellen mit hellem grossem Kern, der von breitem unregelmässig begrenztem Rande protoplasmatischer Substanz umgeben ist, die nur etwas mehr dunkle Körnchen enthält, als im normalen Zustande. Wenn schon die Zahl der im entzündeten Unterhautbindegewebe vorfindlichen Bindegewebszellen, meiner ungefähren Schätzung nach, nicht hinter der im unversehrten zurückstand, so glaubte ich doch nicht eher diesen Zellen eine Beteiligung an der Bildung der runden ein-, zumeist mehrkernigen neu aufgetretenen absprechen und letztere auf Grund der Cohnheim'schen Beobachtungen aus dem Blute herleiten zu dürfen, als bis mich der Zufall in dem Netze junger Meerschweinchen ein Object finden liess, mit Hülfe dessen ich zu endgültiger Entscheidung gelangte. In einer bei einem Meerschweinchen angelegte Bauchwunde hatte ich das Netz miteingenäht und das Thier 19 Stunden später getötet. Bei der Untersuchung zeigte mir das Netz überall da, wo es nicht entzündet war, innerhalb eines Gitterwerks von Bindegewebe länglich spindelförmige Bindegewebszellen mit rundlichem Kern in regelmässiger Anordnung, an allen entzündeten Partien dagegen außer diesen in derselben Anordnung und in unveränderter Gestalt wiederkehrenden Zellen weisse Blutkörperchen in reicher Zahl, die da, wo sie noch keine continuirliche Lage bildeten, zumeist an den Gefässen entlang sich vorfanden. Wiederholungen dieses Versuches stellte ich mit demselben Ergebnisse an, dabei aber überzeugte ich mich, dass die Bindegewebszellen nicht immer, besonders bei älteren Meerschweinchen nicht, in derselben Regel-

¹⁾ Uebrigens habe ich mitten in dem Inhalte haselnussgrosser Muskelabscesse vollkommen intakte Bindegewebsfasern in reicher Zahl gefunden; ob sie stets gefunden werden und wie lange sie sich erhalten, vermag ich natürlich nach den nur einem menschlichen Cadaver entnommenen Objecten nicht zu entscheiden.

²⁾ Rollett, Untersuchungen über die Textur des Bindegewebes, Wien. akad. Sitzungsber. Bd. XXX. S. 37.

mässigkeit und Vollständigkeit im unversehrten Netze wiederkehren. Die ersten Vorgänge an Wunden darf ich nun dahin zusammenfassen, dass überall Fibrin und weisse Blutkörperchen auftreten, an Quantität bis zu einem gewissen Grade proportional der Grösse der Wunde. Zu Anfang überwiegt das Fibrin; helle fältige Massen bilden den Hauptbestandtheil mikroskopischer Objecte; allmälich wandern weisse Blutkörperchen in sie hinein und überwiegen schon nach 48 Stunden an Muskelwunden, nach 12 Stunden an sorgfältig genähten Hautwunden der ziemlich dicken Rückenhaut des Meerschweinchens weitaus das Fibrin, das jetzt als helle schmale, zwischen den Zellen liegende Substanz und nur selten noch in solcher Masse vorfindlich ist, dass es zur Faltenbildung kommen könnte.

Alle weiteren an Wunden sichtbaren Veränderungen betreffen die weissen Blutkörperchen, doch bin ich andererseits nicht im Stande der Bindegewebszelle jede weitere Beteiligung abzusprechen, einfach darum, weil ich nicht weiss, was aus ihr später wird. Denn während sie in den ersten Stunden unter den nicht allzu dicht gedrängten weissen Blutkörperchen leicht sichtbar sind, ist dies bei der immer grösser werdenden Zahl der letzteren nicht mehr der Fall, und später gar, wo diese weitere Veränderungen eingehen, ist mir eine Sonderung ganz unmöglich gewesen.

36—48 Stunden nach der Anlegung, sei es einer Rückenmuskel- oder Bauchwunde, 24 Stunden nach der einer Hautwunde finden sich unter den weissen Blutkörperchen rundliche Zellen mit breitem Protoplasmaraande, hellem rundem Kern ohne Kernkörperchen, welche bis zum 4. oder 5. Tage immer mehr zunehmen und die weissen Blutkörperchen fast vollständig ersetzen. An Grösse übertreffen sie die letzteren so beträchtlich, dass ihr Kern dem ganzen weissen Blutkörperchen hierin fast gleichkommt. Und zwischen ihnen findet sich eine vollkommen amorphe helle Substanz, in welcher sie eingebettet sind, wie Kugeln in eine weiche Masse. Nur dann, wenn man von gehärteten Präparaten Schnitte anfertigt, aus denen einzelne Zellen leicht ausfallen, kann man zu der Täuschung gelangen, dass es sich um ein dem Lymphdrüsengerüst annähernd ähnliches Fasernetz handle.

Weiterhin, am 6. Tage einer Muskelwunde, am 4. einer Hautwunde sind die runden Zellen nur noch in spärlicher Zahl sicht-

bar; an ihre Stelle sind spindelförmige Zellen getreten, welche dicht aneinander gereiht liegen und bis zum 9. resp. 6. Tage an Grösse immer mehr zunehmen. Hier und da findet sich am Ende der Spindel, sehr selten an der Seite des Zellenleibes ein fadenförmiger Protoplasmafortsatz, der bei der Tinction mit Carmin oder Goldechlorid dieselbe Farbe annimmt, wie der sogenannte Zellinhalt. Auch der Kern hat eine andere Gestalt angenommen, er ist nur noch an wenigen Zellen rund, an den meisten auffallend lang, selten nur stäbchenförmig und in der Mitte desselben findet sich bisweilen, seiner Längsrichtung entsprechend eine körnige Masse aufgereiht, so dass nur noch seine seitlichen Partien hell durchscheinen. Diese Zellen bilden aber nicht den alleinigen Bestandtheil des Wundinhaltes; auch hier findet sich eine hellglänzende freilich nur in geringer Breite hervortretende Zwischensubstanz, welche in Betreff ihrer Lagerung zu den Zellen dem anfänglich auftretenden Fibrin ebenso, wie der später zwischen den Bindegewebsfasern liegenden Kittsubstanz entspricht. Inwieweit diese drei zu verschiedenen Zeiten vorfindlichen Substanzen in ihrem chemischen Verhalten einander entsprechen oder von einander abweichen, habe ich nicht näher zu eruiren versucht.

Es wirft sich nun vor Allem die Frage auf: gehen die spindelförmigen Zellen auf dem Wege der runden Zellen aus den weissen Blutkörperchen hervor? vermitteln die weissen Blutkörperchen, wie bei der Organisation des Gefässthrombus — bei der ja ihre Umwandlung zu Bindegewebszellen zuerst von Virchow¹⁾ angenommen und später durch die Angaben von Weber²⁾ sichergestellt ist — so auch hier bei Wunden die Neubildung des Bindegewebes? Zur Beantwortung derselben verwundete ich einen gefässlosen Theil des Kaninchens, die Cornea, indem ich von derselben mit der Lancette ein flaches Stück abtrug, ohne bis in die vordere Augenkammer einzudringen und injicirte bei einer Reihe von Kaninchen entweder vor oder kurze Zeit nach der Anlegung der Wunde vermittelst einer nur durch den grösseren Rauminhalt modifizirten Pravaz'schen Spritze eine Zinnoberaufschwemmung durch eine der Ohrvenen in's Blut, in der Voraussetzung, dass ich spindelförmige

¹⁾ Virchow, Gesammelte Abhandlungen zur wissenschaftlichen Medicin. Berlin 1862. S. 327.

²⁾ Weber, Berl. klin. Wochenschr. 1864. S. 262.

zinnoberhaltige Zellen erhalten müsse, natürlich unter der Bedingung, dass die weissen Blutkörperchen bei ihren weiteren Gestaltveränderungen den Zinnober nicht abgeben. Ich gelangte, wie schon Kremiansky¹⁾ zu dem erwarteten Resultat; mit Hilfe des Zinnobers konnte ich innerhalb der ersten 8 Tage nach Anlegung der Wunden die weissen zinnoberhaltigen Blutkörperchen bis zu den zinnoberhaltigen spindelförmigen Zellen verfolgen. Doch darf ich diesem Resultate keine vollkommene Sicherheit beimesse, so lange unsere Kenntnisse über den Verbleib des Zinnobers im thierischen Organismus auf so unsicheren Füßen stehen, wie bisher; mir ist gegenwärtig für die Umwandlung weisser Blutkörperchen zu Spindelzellen zum mindesten in ganz demselben Grade der Umstand maassgebend, dass weisse Blutkörperchen die alleinigen zelligen Gebilde im „Wundinhalte“ sind; ein Zurückwandern derselben aus der Wunde und eine Substitution durch neuerdings hinzugekommene, mit diesen nichts gemein habende Zellen wird mir wohl Niemand entgegenhalten.

Das Auftreten spindelförmiger Zellen in Wunden ist eine altbekannte Thatsache; sie sind eben keinem entgangen, der, im Besitze besserer Hilfsmittel der Untersuchung, sich mit den Heilungsvorgängen an Wunden beschäftigt hat. Nur Paget²⁾ statuirte — nach dem Vorgange Henle's — an Wunden, welche per primam intentionem heilen, zwei Wege der Wundheilung, den einen durch Vermittelung von Zellen, den anderen durch Vermittelung freier Kerne. Aber freie Kerne kommen, wie ich auf Grund meiner zahlreichen Beobachtungen mit Sicherheit sagen kann, nie vor; ich habe im Wundgewebe nur Zellen gesehen, ja es ist zu der hier angegebenen Zeit geradezu ausserordentlich schwierig, trotz beträchtlicher Misshandlung der Präparate, einen freien Kern zu Gesicht zu bekommen. Spätere Stadien erst können zu solchen immerhin irrtümlichen Angaben veranlassen.

Dieses Verhalten glaube ich um so mehr in den Vordergrund stellen zu müssen, als ich an den verschiedensten in der Neubildung begriffenen bindegewebigen Objecten, wie z. B. pleuritischen

¹⁾ J. Kremiansky, Experimentale Untersuchungen über die Entstehung und Umwandlung histologischer Entzündungsprodukte. Separatabdr. aus der Wien. med. Wochenschr. 1868.

²⁾ Paget, Lectures on surgical Pathology. Philadelphia 1854. p. 126.

und peritonitischen Schwarten vom Menschen dasselbe Verhalten erweisen konnte und mich für berechtigt halte, die Neubildung des Bindegewebes überhaupt nur unter Vermittelung von Zellen¹⁾), nie von freien Kernen zu statuiren.

Was nun die weiteren Vorgänge betrifft, so hat Schwann²⁾ zuerst den Spindelzellen bei der Entwicklung des Bindegewebes eine Bedeutung beigelegt, die von späteren Forschern nicht getheilt wurde und nicht getheilt werden konnte. Nach ihm faserten sich die Enden der Spindelzellen gleichsam in Handschuhfingerform auf und allmälich wandelte sich die ganze Zelle in Bindegewebsfasern um, während der Kern einige Zeit auf ihnen liegen bleiben und nachher resorbirt werden sollte. Diese Angabe musste mit demselben Augenblicke fallen, wo von Virchow³⁾ der Nachweis persistirender zelliger Elemente im Bindegewebe geführt wurde, und nun trat an die Stelle der Schwann'schen Anschauung die bei dem Fortbestehen der Zelle scheinbar stringente Annahme, dass das Bindegewebe nicht aus Zellen, sondern aus der Interstitialsubstanz hervorgehen müsse. Eine vollkommene Einigung aber ist bisher nicht erzielt; während die Einen dieser Ansicht beipflichten, halten die Anderen an der Schwann'schen Anschauung fest, freilich mit der von Henle⁴⁾ beigebrachten Modification — und hier mit grösseren und geringeren, die Grundlage aber nicht verrückenden Abweichungen —. Derselbe statuirte neben dem von Schwann besprochenen Modus der Bindegewebsfaserbildung einen zweiten, nach welchem sich um die in freiem Cytoplasm entstandenen Kerne nicht erst Zellinhalt und Zellmembran bilden, sondern die reihenweis geordneten Kerne einen Streifen Cytoplasm sich aneignen sollten, der sich in Fasern trennt. Nur Kölliker⁵⁾ vertrat Jahre lang, unbirrt durch die weiteren Angaben

¹⁾ Vgl. dieses Archiv Bd. XVI. S. 17.

²⁾ Th. Schwann, Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin 1839. S. 137.

³⁾ Virchow, Ueber die Identität von Knochen, Knorpel- und Bindegewebskörperchen, sowie über Schleimgewebe. Würzb. Verhandl. Bd. II. S. 150.

⁴⁾ Henle, Allgemeine Anatomie. Leipzig 1841. S. 198.

⁵⁾ Kölliker, Ueber die Entwicklung der sogenannten Kernfasern, der elastischen Fasern und des Bindegewebes. Würzb. Verhandl. Bd. III. S. 1.

den Schwann'schen Standpunkt, aber endlich sah auch er¹⁾ sich gezwungen, davon abzugehen, bezwungen durch die Persistenz der Zellen im Bindegewebe. Und doch besteht, wie ich nach einer Untersuchung sagen muss, welche ich um so sorgfältiger anstellte, je mehr ich mir der Wichtigkeit des Gegenstandes bewusst wurde und je sicherer ich die entgegengesetzte Ansicht vertreten wusste, die alte Anschauung Schwann's insoweit zu Recht, als aus der Intercellularsubstanz keine Bindegewebsfaser hervorgeht, sie ist aber insofern irrtümlich, als er sich zu der Ansicht bekennt, dass mit der Bildung der Bindegewebsfasern aus der Zelle die Zelle selbst in ihrer Totalität zu sein aufhört. Ich muss nach meinen Beobachtungen für den Satz eintreten: Die Zellen bestehen fort, nachdem ein grosser Theil der früher als Zellinhalt bezeichneten Masse zur Bildung der Bindegewebsfasern aufgewendet ist²⁾). Eins aber muss ich, ehe ich mich anschicke, den Nachweis hierfür zu liefern, voraussenden: Wer den Begriff einer Zelle so fasst, dass er sich dieselbe aus der womöglich elastischen Membran, dem Zellinhalt und dem Zellkern mit und ohne Kernkörperchen zusammengesetzt denkt, von dem kann ich ein Eingehen auf das Weitere nicht verlangen. Doch ich hoffe, die Zahl derer, welche allen Zellen eine Membran vindicieren, ist nur klein. Es möge mir erlassen sein, auf die Angaben für und wider das Vorhandensein einer solchen näher einzugehen; ich will nur erwähnen, dass zunächst die auf

¹⁾ Kölle, Neue Untersuchungen über die Entwicklung des Bindegewebes. Würzb. naturwissensch. Zeitschr. Bd. II. 1861. S. 141.

²⁾ Schon im Jahre 1861 machte Max Schultze (Schultze, Ueber Muskelkörperchen und das, was man eine Zelle zu nennen habe. Arch. f. Anat. u. Phy. 1861. S. 13) dieselbe Angabe, doch kann ich ihm nicht beistimmen, wenn er sagt, dass bei jungem Bindegewebe die allmählich fibrillär sich umwandelnde Grundsubstanz das Protoplasma wandlungsloser und „bis zum Verschmelzen“ genäherter Embryonalzellen ist. Ich habe oben gezeigt, dass zwischen den Zellen stets eine, wenn auch geringe Quantität einer von ihnen differenten Substanz vorhanden ist. Auch Brücke (Brücke, Die Elementarorganismen. Wien. akad. Sitzungsber. Bd. XLIV. S. 381) spricht sich für das Hervorgehen des Bindegewebes aus Zellen aus; ebenso während des Verlaufs meiner Utersuchung: Obersteiner, Ueber Entwicklung und Wachsthum der Sehne. Wien. akad. Sitzungsber. Bd. LVI. Separatabdr. und Kusnetzoff, Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Cutis. Wien. akad. Sitzungsber. Bd. LVI. Separatabdr.

dem Gebiete der Botanik herrschenden Anschauungen, wie sie von Schleyden datiren, durch v. Mohl's Untersuchungen über den Primordialschlauch wesentlich andere geworden sind und dass daher das Analogon der thierischen Zellmembran durch die Untersuchungen Pringsheim's¹⁾ als illusorisch hingestellt worden ist; ebenso wie auf dem Gebiete der Zoologie der Mangel einer Membran bei einer grossen Reihe von Zellen, in specie bei den Bindegewebszellen²⁾ erwiesen ist. Und ebensowenig, wie die späteren Bindegewebszellen, ebensowenig wie die weissen Blutkörperchen, an denen der Mangel einer Membran durch die Aufnahme von Farbstoffkörnchen, welche häufig den Kern an Grösse übertreffen, mit Sicherheit erwiesen ist, besitzen die aus den letzteren hervorgegangenen, in Wunden vorfindlichen Zellen eine Membran. Dieselbe ist überhaupt, wo sie sich findet „etwas vollkommen secundäres, zum Begriff einer Zelle nicht gehöriges“. Die wesentlichen Theile der Zelle sind: der bisweilen ein, auch mehrere Kernkörperchen enthaltende Kern und die denselben umgebende Masse, welche mancher mehr oder minder zweckmässiger Benennungen sich zu erfreuen hat, seitdem der Name Zellinhalt etwas schwierig geworden ist. Da die Benennung Protoplasma keineswegs den Namen Zellinhalt deckt, so will ich mir erlauben, in dem Folgenden die Bezeichnung Zellmasse für Zellinhalt zu benutzen, ohne damit zweckmässigeren Benennungen vorzugreifen. Um den oben erwähnten Zeitpunkt finden sich in den Wunden Zellen, deren Zellmasse an dem einen Ende aufgefaserst ist, gerade so wie sie Schwann, Virchow, Kölliker³⁾ und Andere gezeichnet haben. Die Substanz dieser fingerartigen Fortsätze unterscheidet sich jedoch zunächst noch in keiner Weise von der der Zellmasse, sie beide bestehen wesentlich aus Protoplasma. Freilich sind Zellen jetzt nicht mehr der alleinige Bestandtheil; einfach lang ausgezogene Spindelzellen, ziemlich spärliche aufgefaserete Zellen und selbständig da-

¹⁾ N. Pringsheim, Untersuchungen über die Bildung und den Bau der Pflanzenzelle. Erste Abthg. Berlin 1854. S. 11.

²⁾ Schultze, l. c. S. 14. — Kühne, Untersuchungen über das Protoplasma. Leipzig 1864. p. 117.

³⁾ Schwann, l. c. Taf. III. Fig. 11. — Virchow, Dieses Archiv Bd. I. Taf. I. Fig. 2. — Kölliker, Handbuch der Gewerbelehre. III. Aufl. Leipzig 1859. Fig. 32.

liegende Bindegewebsfasern sind der Inhalt eines am 9. Tage einer Muskelwunde, am 6. Tage einer Hautwunde entnommenen und zerzupften Präparates. Durch das Vorhandensein freier Bindegewebsfasern aber ist nicht das geringste Moment für die Erklärung ihrer Entstehung gegeben, ja so wie ich jetzt, nach dem Abschlusse meiner Arbeit, diese Verhältnisse in's Auge fasse, hätte gerade das Vorhandensein so ausserordentlich langer Fasern wichtige Bedenken gegen ihre Entstehung aus der Intercellularsubstanz hervorrufen müssen. Geht aus der zwischen den Zellen liegenden und nothwendig netzförmig oder richtiger noch gesagt, schwammartig angeordneten Substanz das Bindegewebe hervor, dann muss die Entstehung der Fasern geradezu unverständlich bleiben, oder man muss, auf logischen Consequenzen fussend, wie Reichert¹⁾ das Bestehen von Bindegewebsfasern überhaupt leugnen und dieselben auf Faltungen der Grundsustanz zurückführen; eine Negirung, die in Folge der zwingendē Beweise Rollet's²⁾ jeden Halt verliert. Mir erwies die Untersuchung von Muskelwunden zwischen dem 8. und 12. Tage ihres Bestehens, sowie von Hautwunden zwischen dem 6. und 8. Tage neben den schon oben erwähnten ausserordentlich spärlichen aufgefaserteren Zellen auch solche, die mit fertigen Bindegewebsfasern zusammenhingen, mit Fasern, deren bindegewebige Natur ich durch ihr Aufquellen bei Zusatz von Essigsäure mit vollster Sicherheit erweisen konnte. Die Zahl der Objecte, an denen ich Zelle und Faser auf das evidenteste miteinander zusammenhängend fand, war trotz der Unzahl von Zerzupfungspräparaten, welche ich fertigte — und ich stützte mich hierbei nur auf solche Objecte, wo ich miteinander zusammenhängende Fasern und Zellen vollkommen isolirt, oder nur noch das Ende der Fasern in dem Präparate steckend fand — eine nicht allzu beträchtliche. Denn der Zusammenhang zwischen Zelle und Faser ist eben nicht allzufest und kann es auch nicht sein, weil später Zelle und Faser sich trennen und selbständig nebeneinander zu liegen kommen. Wo ich beide in Zusammenhang fand, da war die Zelle, deren

¹⁾ Reichert, Bemerkungen zur vergleichenden Naturforschung im Allgemeinen und vergleichende Beobachtungen über das Bindegewebe und die verwandten Gebilde. Dorpat 1845. p. 64 und: Reichert's Jahresbericht für 1850 in Müller's Archiv 1851.

²⁾ Rollett, l. s. c.

Masse zu einem kleineren oder grösseren Theil in die helle und geschlängelte Bindegewebsfaser aufgegangen war, kleiner geworden und einzelne hatten eine mehr länglich runde Form angenommen. Stets setzte sich die Zelle nur nach einer Richtung, d. h. das eine Ende der Spindel in eine Bindegewebsfaser fort, das entgegengesetzte Ende der Spindel war leicht abgerundet oder lief in den schon vorher vorhandenen, die Zelle höchstens um das Doppelte an Länge übertreffenden Protoplasmafortsatz aus. Zumeist hing nur je eine Bindegewebsfaser mit je einer Zelle zusammen, seltener fanden sich Gebilde, wo eine mehr abgerundete Zelle den Kopf bildete, an welchem 2—3 Bindegewebsfasern hingen. Die längste vollkommen frei liegende, mit ihrer Zelle im Zusammenhange aus einer 8 Tage alten Muskelwunde isolirte Bindegewebsfaser mass 0,3 Mm.

Die mühsamste und zeitraubendste aller einfachen Methoden, das Zerzupfen der Präparate hat mich zum Ziele geführt; Versuche mit chemischen Isolationsmitteln, wie Kalk-Barytwasser und anderen Agentien, haben mir nicht glücken wollen. Untersucht man nur mit dem Messer gefertigte Schnitte, dann treten, besonders zwischen dem 12. und 14. Tage von Muskelwunden, zwischen dem 8. und 10. Tage von Hautwunden, in erster Linie die Bindegewebsfasern hervor, und zwischen ihnen liegen die zum grösseren Theil wohl schon selbständigen zu einem kleineren wohl noch mit ihnen in Zusammenhang befindlichen, jetzt um Vieles kleiner gewordenen Zellen, deren Masse hier und da ausserordentlich hell und manchmal nur bei sorgfältigem Zusehen sichtbar ist. Auch jetzt besteht die Zelle in ihrer Vollkommenheit, nur hat sie einen beträchtlichen Theil ihrer Masse zur Bildung der Bindegewebsfaser aufgewendet. Die von Anfang an bestehende, zwischen den Zellen liegende Substanz aber bleibt, was sie war, eine amorphe hellglänzende Bildung, die früher zwischen den einzelnen Zellen lag und jetzt zwischen die Fasern des Bindegewebes zu liegen kommt. Ist nun der Prozess der Bindegewebsneubildung, wie das nach der zuletzt angegebenen Zeit der Fall ist, vollendet, dann bleibt ein Theil der Zellen zwischen den Bindegewebsfasern als Bindegewebszellen liegen, doch ist ihre Zahl ausserordentlich gering im Verhältniss zu den anfangs in der Wunde vorhandenen. Fragen wir nun, wo die grosse Mehrzahl derselben geblieben ist, so weiss ich nichts Positives an-

zugeben, nur soviel kann ich mit Sicherheit behaupten, dass nichts auf die vielfach erwähnte Annahme von einen Zugrundegehen derselben durch Fettmetamorphose hinweist. Dagegen kann ich nicht umhin, mich zu der Annahme zu bekennen, dass ein grosser Theil der Zellen, nachdem sie ihre formativen Functionen erfüllt haben, wieder in die Sätemasse des Körpers, in das Blut zurückkehrt. Ich fand nämlich im Wundgewebe gegen das Ende der Heilung, abgesehen von den Bindegewebszellen, kleine runde einkernige Zellen, welche an Grösse, ausserdem ziemlich viele, die in jeder Beziehung weissen Blutkörperchen glichen. Anfangs fehlte mir jedes Verständniss für dieses Vorkommen, bis ich mir wieder einige früher gemachte Beobachtungen über die Entwicklung der Blutgefässe im Knorpel bei der Anlegung des Knochenkerns in's Gedächtniss zurückrief. Wie bekannt, bilden sich bei der Anlage derselben durch Theilung der Knorpelzellen länglich runde an breite eben einem Knorpelgefässe entsprechende Zellschlüche, die mit den vom Perichondrium herkommenden Gefässen in Communication treten. Die in den neu angelegten Knorpelgefässen entstandenen peripherisch liegenden Zellen wandeln sich zur Gefässwand um, während die central gelegenen sich mit dem Blute mischen und direct zu weissen Blutkörperchen werden; ein Verhalten, das hier in vollkommen gleicher Weise, wie bei der Anlage der Gefäss im Embryo besteht. Wenn ich so embryonale Vorgänge bei dem späteren Wachsthum wiederkehren sehe, sollte ich da ganz kritiklos vorgehen, wenn ich bei der Neubildung des Bindegewebes, wo es sich ja auch um eine Wiederkehr embryonaler Verhältnisse handelt, gestützt auf das Vorkommen von Zellen, welche weissen Blutkörperchen ganz und gar gleichen und welche von den zuerst ausgetretenen weissen Blutkörperchen durch ein Stadium getrennt sind, in welchem vollkommen andere Formen sich vorfinden, eine Rückkehr der Zellen in's Blut, wohl auf dem Wege der Lymphgefässe, für möglich halte? Doch wünschte ich dies gegenwärtig, bis zur Beibringung von Beweisen, als nichts weiter, denn eine dem Streben nach Verständniss sich aufdrängende Erklärung angesehen zu wissen.

Bisher habe ich die Vorgänge bei der Heilung penetrirender Bauchwunden nicht näher in Betracht gezogen; ich hatte es unterlassen, weil hier eine genauere Eintheilung in einzelne Stadien, die

bei Haut- und Muskelwunden schon misslich genug ist, sich gar nicht durchführen lässt. So fand ich z. B. an einer beim Kaninchen erzeugten, 26 Tage alten circumscripten adhäsiven Peritonitis, durch welche ein Darmstück, in der Länge von 2 Cm., in der Breite von $\frac{1}{2}$ Cm. mit der Bauchwand verwachsen war, alle Stadien der Wundheilung vertreten. An der Peripherie der Verwachungsplatte lagen die oben besprochenen runden Zellen, nach innen ausserordentlich lange spindelförmige hier und da mit Bindegewebsfasern in Zusammenhang stehende Zellen, und im Centrum fertige Bindegewebsfasern, zwischen denen nur noch einzelne Zellen sichtbar waren, ein Verhalten, wie ich es in ganz exquisiter Weise an menschlichen pleuritischen Adhäsionen und Schwarten wiederfand. Die hier stattfindenden Vorgänge stimmen mit denen an Haut- und Muskelwunden überein, nähern sich jedoch den letzteren insofern, als auch am Peritonäum das Fibrin, wie überhaupt bei Wunden mit abstehenden Rändern, in den ersten Stunden überwiegt und erst allmählich weisse Blutkörperchen in dasselbe hineinwandern, neben denen innerhalb der ersten 20 Stunden, manchmal auch noch länger die Peritonäalepithelien, einzige und allein durch den Gehalt an dunklen Körnchen von den normalen unterschieden, sich vorfinden.

Nach alledem gehen die Neubildungsprozesse an der äusseren Haut, an serösen Häuten und an Muskeln in gleicher Weise vor sich; überall wird die Heilung und Vereinigung der Wunden und geschnittenen Flächen durch Bindegewebe vermittelt. Ich musste dies nochmals und gerade für die Muskeln betonen, weil es nach den Angaben von Zenker¹⁾ und Weber²⁾ den Anschein haben könnte, als ob Muskelwunden auch ohne jede Vermittelung von neugebildetem Bindegewebe heilen. Ich habe dasselbe an Muskelwunden nie vermisst, und wenn Weber an Muskelrupturen in Folge von Knochenbrüchen — schon zugegeben, dass es sich immer um Muskelrupturen handelte — längere Zeit nach der Heilung der Brüche die Muskeln ganz gleichmässig über die Bruchstelle hinweglaufen und „nur mitunter einen narbigen Bindegewebsstreifen“ fand, so halte ich das durchaus nicht für beweisend. Wenn wir

¹⁾ Zenker, Ueber die Veränderungen der willkürlichen Muskeln im Typhus abdominalis. Leipzig 1864.

²⁾ Weber, Dieses Archiv Bd. XXXIX. S. 228.

schon das Auffinden von Narben in Muskeln, in welche ich 5 bis 7 Wochen vorher den Schnitt gelegt hatte, einige Male Schwierigkeiten bereitete, wenn ich einmal die 42 Tage alte Narbe eines Glutäenmuskels beim Kaninchen erst nach einigem Suchen unter dem Mikroskop entdeckte, dann wird es wohl kaum Wunder nehmen, wenn die Narbe einer alten Hieb- oder Risswunde der Beobachtung sich entzieht. Während nämlich bei allen Muskelwunden im Verlaufe der ersten 20 Tage ihrer Heilung das die Wundränder vereinigende neugebildete Bindegewebe leicht sichtbar ist, ist es vom 30. Tage ab an Quantität scheinbar verringert, weil durch die Narbencontraction die Wundränder einander ausserordentlich genähert und weil in der Narbe neugebildete Muskelfasern aufgetreten sind. Manches Mal ist nur eine leichte Vertiefung der verletzten Stelle und eine unbedeutende, aber in allen Fällen bestehende Bindegewebsneubildung, welche noch am reichlichsten an der obersten Partie, also an derjenigen sichtbar ist, an welcher die Muskeln am weitesten von einander abstanden, das Resultat des mechanischen Eingriffes.

In Betreff der Vorgänge am Muskelgewebe selbst war ich leider nicht so glücklich, zu endgültigen Resultaten zu gelangen, doch glaube ich manches der Erwähnung Werthes erfahren zu haben.

Die nächste Folge eines durch einen Muskel gelegten Schnittes ist das Welligwerden des Sarkolemm an einzelnen Muskelfasern, das Hervortreten der Muskelsubstanz in Form eines spitzen Kegels und die bisweilen sichtbare Zertrümmerung derselben zu einzelnen Schollen. Hieran reihen sich die entzündlichen Veränderungen, welche mit den von Virchow¹⁾ und Zenker²⁾ beschriebenen fast vollkommen übereinstimmen. Sie sind zu Anfang wesentlich degenerative und betreffen einen grossen Theil der dem Wundrande nabeliegenden Muskelfasern, gleichviel, ob sie vom Schnitte getroffen sind oder nicht. Im Laufe der ersten 24 Stunden treten einzelne Körnchen in denselben bei vollkommen erhaltener Querstreifung auf; weiterhin schwindet diese unter der Zunahme jener und unter dem Auftreten kleinerer Fetttröpfchen; nur an einzelnen bleibt eine feine zarte Querstreifung zurück. Hier und da finden

¹⁾ Dieses Archiv Bd. IV. S. 266.

²⁾ Zenker l. s. c.

sich wiederum Fasern, deren Sarkolemm einen leicht welligen Verlauf zeigt, den ich nicht auf die mechanische Läsion sondern auf eine theilweise Resorption der zerfallenen Muskelsubstanz zurückzuführen geneigt bin. Die wachsartige Degeneration habe ich nur an einem Object, einer 3 Tage alten frisch untersuchten Wunde, an Muskelfasern, die, ohne vom Schnitte getroffen zu sein, in ihrer Längsrichtung mir zu Gesicht kamen, gesehen.

Vom 5. Tage ab fällt die ausserordentliche Vermehrung der Muskelkerne die znm Theil zerstreut, zum Theil in grösserer Zahl dicht neben- und dann gegen einander abgeplattet, in der Muskelfaser liegen, in's Auge. Diese Kernvermehrung, die Umwandlung der Muskelfasern zu Muskelzellenschläuchen, wie sie Waldeyer¹⁾ zweckmässig nennt, betrifft einen beträchtlichen Theil der dem Wundrande naheliegenden Fasern. Zumeist, aber nicht immer geht damit ein vollständiger Schwund der Querstreifung Hand in Hand. Ebenso wechselnd ist das Verhalten des Sarkolemmms; an der Mehrzahl ist es wohlerhalten, an der Minderzahl zu Grunde gegangen, so dass nackte zumeist jeder Querstreifung baare, mit Kernen mehr oder minder reichlich durchsetzte Muskelcylinder in zerzupften ebenso gut wie in nicht zerzupften Präparaten sichtbar werden. Hierdurch aber ist, wie mich meine Beobachtungen haben schliessen lassen, ein wesentlicher Unterschied für die weiteren Vorgänge begründet. Ueberall, wo dasselbe erhalten ist, regenerirt sich die Muskelfaser innerhalb desselben zu einer in Aussehen und Grösse den vor der Verwundung vorhandenen vollkommen gleichen, wo dasselbe zerstört ist, gehen unter der Vermittelung der Muskelkerne neue Muskelfasern aus ihnen hervor.

Ersteres lässt sich mit voller Sicherheit aus dem Verhalten der Muskelwunden zwischen dem 15. und 20. Tage erschliessen. Um diese Zeit haben nämlich die Muskelfasern ihre normale Structur fast vollständig wieder erhalten. Sie haben ihre frühere nur hier und da noch auffallend zarte Querstreifung, ihre gewöhnliche, oder eine nur um weniges die Norm übersteigende Zahl von Kernen, während die in der Zwischenzeit in viel grösserer Zahl vorhandenen Kerne — in welcher Weise, das vermag ich nicht anzugeben —

¹⁾ Dieses Archiv Bd. XXXIV. S. 478.

verschwunden sind. Freilich könnte hiergegen der Einwand erhoben werden, dass mit dem Nachweise einer grossen Zahl intakter Muskelfasern in den späteren Stadien der Heilung, welche jedenfalls viel grösser ist, als die überhaupt vom Entzündungsprozesse von Anfang an nicht ergriffenen, in der Umgebung der Wunde liegenden, noch keineswegs ihr Hervorgehen aus den mit so vielen Kernen und mit wohlerhaltenem Sarkolemm versehenen Muskeln erwiesen, dass vielmehr eine zweite Möglichkeit, die der vollkommenen Neubildung, wie sie ja sicher besteht, gegeben sei. Doch ist dieser Einwand darum nicht stichhaltig, weil die neugebildeten Muskelfasern zur Zeit, wo die Bindegewebsnarbe schon von mehr oder minder normalen Muskeln umkränzt ist, noch nicht fertig sind.

Der früheste Termin des Auftretens von Gebilden, welche ich für die erste Anlage von neuen Muskelfasern zu halten geneigt wäre, aber nicht mit Sicherheit auszugeben im Stande bin, war der 8. Tag. Weber¹⁾ hat freilich schon am 3. und 4. Tage von Muskelwunden neue quergestreifte Spindelzellen gesehen; mir ist das bei aller Sorgfalt, die ich hierauf verwendet habe, ja ich möchte sagen, meinem Wunsche zum Trotz, nie gelückt; nie habe ich um diese Zeit eine Zelle zu Gesicht bekommen, bei der ich mich auch nur zu der Annahme berechtigt gesehen hätte, die Lagerung der Körnchen deute eine Querstreifung an. Nur ein einziges Mal an einer 6 Tage alten Meerschweinchenwunde — übrigens gilt alles Weitere von Kaninchenwunden — sah ich ein Gebilde, welches einer quergestreiften Spindelzelle entsprach; es war nichts weiter als ein spindelförmiges mit einem Kerne versehenes Stück, das an dem einen Ende noch mit einer sarkolemmlosen kernreichen Muskelfaser zusammenhing, bei der an dieser Stelle die Querstreifung noch erhalten und von der es durch die Zerzupfung abgerissen war. Die von mir zuerst am 8. Tage gesehenen Gebilde, welche ich der Wunde eines kurz vorher getöteten Kaninchens durch senkrecht auf den Wundrand geführte Schnitte entnommen hatte, waren von spindelförmiger Gestalt, gleichmässig hellglänzendem Aussehen und enthielten nur spärliche dunkle Körnchen. An Grösse übertrafen sie die in grosser Zahl neben ihnen liegenden zur Bildung des Bindegewebes dienenden Spindelzellen um das 2 — 4 fache.

¹⁾ Dieses Archiv Bd. XXXIX. S. 259.

Erst nach Zusatz von Essigsäure liessen sie 1—2 Kerne sichtbar werden, welche den in den Muskelzellcläuchen enthaltenen glichen.

6—8 Tage später, also zwischen dem 16. und 20. Tage der Wundheilung, sind Fasern, die unzweifelhaft als neugebildete Muskelfasern anzusehen sind, schon in reicher Zahl vorhanden. Mit bandartigen blassen kernreichen Platten, die keineswegs neugebildete Muskelfasern, sondern alte zerfallene darstellen¹), ist hier eine Verwechslung unmöglich. Denn während diese zumeist in einer früheren Zeit vorkommen und ausnahmslos neben der Kernvermehrung auf einer grösseren oder kleineren Strecke ihres Verlaufs einen körnigen Zerfall ihres Inhalts bieten, sind die neugebildeten so schmal (durchschnittlich 0,01 Mm.), wie es jene nie werden, und zeigen zumeist vollkommene Querstreifung. An der Minderzahl ist sie nicht vollkommen ausgebildet; ich kann die Fasern dann nicht anders als fein quergestrichelt, oder mit quergereichten Körnchen versehen — eine vielfach gebrauchte, vielleicht auch gemissbrauchte Erklärung — bezeichnen. Nur selten enthalten die neuen noch vollkommen sarkolemmlosen Fasern einen einzigen Kern, wie ich das an solchen, die bis 0,2 Mm. lang waren, sah, zumeist enthalten sie eine grössere Zahl, die entweder zerstreut oder zu mehreren vereint und dann wieder gegen einander abgeplattet, in derselben liegen. Das meiste Gewicht endlich lege ich auf solche Fasern, die mit embryonalen Muskelfasern, wie ich sie beim Meerschweinchen-Embryo gesehen habe, übereinstimmen. Doch ist ihre Zahl ausserordentlich spärlich, wenigstens habe ich sie an Kaninchenwunden nur zweimal gesehen. Hier bildeten die durch eine hellglänzende Substanz zusammengehaltenen Kerne den Achsenfaden, während die peripherische Schicht der Fasern schön quergestreift war.

Während ich einerseits den Angaben über das Hervorgehen neuer Muskelfasern aus Bindegewebzellen (v. Wittich, Zenker, Waldeyer, Weber) oder aus weissen Blutkörperchen (Maslowsky), ferner über die Abspaltung der neuen Muskelfasern von den alten kernreich gewordenen in ihrer ganzen Längsausdehnung (Budge, Weissmann), endlich über die Aufreihung mehrerer Zellen zu einer Muskelfaser (Margo, Deiters, Waldeyer, Hoff-

¹) Vgl. Waldeyer l. c. S. 510.

mann) nicht beizutreten im Stande bin, weil mir meine Beobachtungen an Muskelwunden nichts bieten, was mich hierzu führen könnte, vermag ich andererseits nicht nachzuweisen, ob die von mir gesehenen neuen Muskelfasern aus den von mir erst an 8 Tage alten Wunden vorgefundenen ein- und zweikernigen hellglänzenden Gebilden hervorgehen, weil ich bei der im Ganzen ziemlich geringen Anzahl derselben nicht mit Sicherheit eine mechanische Abtrennung von Muskelfasern, die ihr Sarkolemm verloren haben, ausschliessen kann. Liegt diese mechanische Abtrennung nicht vor, was ich anzunehmen geneigt bin und was von Anderen und von mir fortgesetzte Untersuchungen hoffentlich bestätigen werden, dann dürfte wohl, in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen an embryonalen Muskeln (Lebert, Remak, Köllecker), welche erweisen, dass die neuen Muskelfasern aus einzelnen Zellen und nicht durch die Aneinanderreihung mehrerer entstehen, ferner in Uebereinstimmung mit den Erfahrungen an Trichinenmuskeln (Colberg) der Schluss gerechtfertigt sein, dass durch die von den alten sarkolemmlosen Muskelfasern stattfindende selbständige Abspaltung eines, vielleicht auch mehrerer Kerne, mit sammt einem Stücke der hyalin gewordenen Muskelsubstanz und durch die nachträgliche Vermehrung der Kerne in diesem die Anlage zu neuen Muskelfasern gegeben ist.

Es besteht die vielfach verbreitete Annahme, Hunter habe bei der Heilung von Wunden zwei Modi statuirt, die prima und secunda intentio. Aus der deutschen Ueersetzung seines Werkes von Hebenstreit¹⁾ ersehe ich vielmehr, dass unter der Benennung prima intentio zwei von Hunter vollständig auseinander gehaltene Begriffe subsumirt sind, nämlich „die Heilung durch schnelle Vereinigung“ (l. c. S. 21) und die Heilung „durch adhäsive Entzündung“ (l. c. S. 122). Das Blut und die aus demselben ausgetretene gerinnende Lyphe (l. c. S. 8, 28, 165) sind das eigentliche lebendige Vereinigungsmittel, welches Gefässe, Nerven u. s. w. erzeugt, und der Unterschied besteht nur darin, dass bei der schnellen Vereinigung gar keine Entzündung stattfindet (l. c. S. 49), so

¹⁾ John Hunters Versuche über das Blut, die Entzündung und die Schusswunden, Deutsch von Hebenstreit. Leipzig 1797. Bd. II. Abthlg. 1.

weit dies das Aussehen der Wundränder während der Heilung und der Einfluss auf die Gesamtconstitution bekunden. Dagegen bemerkt Palmer¹⁾ in einer neueren Ausgabe des Hunter'schen Werkes, in welcher statt der Benennung „Heilung durch rasche Vereinigung“ die Bezeichnung „Heilung per primam intentionem“ gewählt ist, dass die Heilung per primam intentionem und Hunter's Heilung durch adhäsive Entzündung einen und denselben Prozess bilden, der nur durch den grösseren oder geringeren Grad der Entzündung modifizirt ist.

Nachdem eine genauere Einsicht in das Leben der Zelle gewonnen war, verlor das Blut die ihm von Hunter beigelegte Bedeutung, die Heilung wurde mit Recht unter Vermittelung von Zellen statuiert. Macartney macht die von Paget²⁾ vertretene Angabe, es können gut vereinigte Schnittwunden „by immediat union“ heilen, ohne Dazwischentreten irgend einer neuen Substanz, einfach dadurch, dass die durchschnittenen Gefässen und Nerven sich wieder aneinander legen, und Paget stellt diese „immediat union“ der Hunter'schen „Heilung durch rasche Vereinigung“ gleich, während er das, was er „union by the first intention“ nennt, der Hunter'schen „union by adhesion“ analog setzt. Ich muss der Annahme von Macartney entgegentreten. Bindegewebe, Gefässen und Nerven crystallisiren eben nicht zusammen, ebensowenig wie die Bindegewebsfasern Crystallisationsvorgängen ihren Ursprung verdanken, die Vereinigung kommt nur durch das Dazwischentreten von Zellen zu Stande, die sich zu Gefässen und Bindegewebe umwandeln.

Ich dürfte diese Verhältnisse näher in Betracht ziehen, weil ich nicht umhin kann, das Bedürfniss einer, wenn auch nur oberflächlichen Trennung der unter dem Begriffe prima intentio zusammengefassten Prozesse zu statuiren. Ich erinnere nur an zwei Arten von Wunden, eine glattrandige gut vernähte Hautwunde und eine subcutan durchschnitene Achillessehne, bei denen unter wesentlich gleichen Vorgängen eine beträchtliche Verschiedenheit in der Heilungsdauer besteht. Während jene in kurzer Zeit voll-

¹⁾ John Hunters Abhandlung über Blut-Entzündung und Schusswunden, Deutsch von Braniss, mit Vorrede von J. F. Palmer und Anmerkungen von Palmer in London und B. v. Langenbeck in Berlin. Berlin 1850. S. 415.

²⁾ Paget, Lectures on surgical Pathology. Philadelphia 1854. p. 131.

kommen fest geheilt ist, ist bei dieser noch nach der zweiten Woche eine Ausdehnung der Narbe möglich. So übergross ist freilich die Differenz nicht. Nach 24 Stunden, wie Manche meinen, ist die Reunio per primam intentionem nie vollendet. Ich konnte die 48 Stunden alte Bauchwunde eines Kaninchens, welche per primam geheilt war und nach Entfernung der Nähte vollkommen schloss, mit Leichtigkeit auseinanderziehen, ohne viel Anstrengung die 5 Tage alte Wunde der Rückenhaut eines Meerschweinchens, von der am 3. Tage die Nähte entfernt worden waren und bei der keine Spur von Eiterung sichtbar war, öffnen; Erfahrungen, die nicht allzuselten bei Menschen eine nicht gerade angenehme Bestätigung finden. Die vollkommene Heilung einer linearen Wunde ist eben vor dem 10. Tage nicht vollendet und selbst um diese Zeit ist die zwischen den Bindegewebsfasern vorhandene Kittsubstanz reichlicher, als in den folgenden Tagen. Der Unterschied in der Heilungsduer bei der Reunio per primam intentionem zwischen Wunden, deren Ränder genau anliegen und solchen, bei denen die Ränder von einander abstehen, ist bedingt durch die Masse des wohl gleichzeitig mit dem Austritte der weissen Blutkörperchen aus den Gefässen beginnenden aber rascher vollendeten Ergusses von Fibrin, das bei letzteren die Basis bildet, in welche die Blutkörperchen einwandern können. Während bei jenen die Auswanderung schon nach 24 Stunden und zeitiger vollendet ist, dauert sie bei diesen 48—72 Stunden an, bis der Wundthrombus, wie ich das in die Wunde ergossene Fibrin analog dem in unterbundene Gefässer abgesetzten nennen möchte, von ihnen vollständig durchsetzt ist. Ich glaube darum bei den per primam heilenden Wunden mit Vorwiegen eines Wundthrombus, wie Muskel- und Sehnenwunden mit abstehenden Rändern, von solchen unterschieden zu müssen, bei denen von einem Wundthrombus gar nicht die Rede sein kann, wie bei sorgfältig genähten Hautwunden, und stelle erstere mit den peritonitischen Adbäsionen in eine Reihe, bei denen in den ersten Stunden ebenfalls das Fibrin in den Vordergrund tritt. In allem Weiteren stimmen sämmtliche Wunden miteinander überein, an allen geht die Umbildung weisser Blutkörperchen zu runden Zellen, dieser zu Spindelzellen und aus diesen die Neubildung des Bindegewebes in vollkommen gleicher Weise, nur zeitlich verschieden vor sich.

Die neuen Gefässe entstehen, wie es His, Billroth, Weber beschrieben haben, durch die Aneinanderreihung spindelförmiger Zellen, welche das Lumen zwischen sich fassen. Die Zeit ihres Auftretens fällt mit dem der spindelförmigen Zellen zusammen; vor dem 4. Tage an Hautwunden, vor dem 6.—8. Tage an Muskelwunden habe ich nie ein neuangelegtes Gefäß gesehen¹⁾. Die neuen Capillaren besitzen im Verlaufe der Heilung eine beträchtliche Weite, welche die von Muskelcapillaren noch um das Doppelte übertrifft; erst gegen das Ende der Heilung werden sie enger. Ein Veröden derselben habe ich nicht gesehen, doch will ich dasselbe damit keineswegs in Abrede gestellt haben.

Die Narbencontraction kommt fast ausschliesslich durch das Verschwinden resp. Auswandern der Zellen, die ihre formativen Functionen erfüllt haben, und durch die Verringerung der zwischen den Bindegewebsfibrillen befindlichen Kittsubstanz zu Stande.

Berlin, im April 1868.

XIV.

Ueber die Entstehungsweise der sogenannten Wurmknoten in der Leber.

Von Prof. Dr. Gustav Lang zu Klausenburg.

(Hierzu Taf. VI—VII.)

Eine selten beobachtete und deshalb vielleicht zu wenig beachtete, nichtsdestoweniger aber äusserst interessante Erkrankung der Leber bilden die in derselben vorkommenden Wurmknoten. Beim Menschen scheint übrigens diese Krankheitsform weitaus seltener vorzukommen als bei Thieren, von denen wieder die Kaninchen am häufigsten heimgesucht werden. Die wenigen Fälle jedoch, die einzelne Beobachter am Menschen constatirt haben, bieten eine

¹⁾ Vgl. J. Meyer, Charité-Annalen Bd. IV. S. 131. Derselbe gibt hier eine sorgfältige Kritik der Angaben über das Auftreten neugebildeter Gefässe innerhalb der ersten Stunden und Tage.