

Untersuchungen

über

DIE REGENERATION

der

quergestreiften Muskelfasern.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der medicinischen Doctorwürde

der

Medicinischen Facultät zu Strassburg i/E.

vorgelegt von

ROB. LUEDEKING

aus St-Louis, Mo (U. S. A.).



STRASSBURG

J. H. ED. HEITZ, UNIVERSITÄTS-BUCHDRUCKER

Schlauchgasse, 5.

1876.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät
der Universität Strassburg.

Referent,
Prof. Dr. WALDEYER.

Ebenso wie die Frage nach dem Baue und der Histogenese der quergestreiften Muskelsubstanz, ist auch die Lehre von der Regeneration derselben eine keineswegs nach allen Seiten hin aufgeklärte und sichergestellte. Nachdem einmal überhaupt die Thatsache der Regenerationsfähigkeit unumstösslich dargelegt war, mehrten sich mit der Zahl der Arbeiten die Ansichten über den Modus der Regeneration. Angesichts der widersprechenden Angaben, die sich in der Literatur vorfinden und dem vielseitigen Interesse der Sache, entstand die vorliegende Arbeit auf Anregung meines verehrten Lehrers Herrn Prof. Dr. Waldeyer, dem ich für seine freundliche Unterstützung meiner Arbeiten in seinem Institute herzlichen Dank ausspreche.

Eine Besprechung der Literatur unseres Gegenstandes ist unerlässlich zur Darstellung des Entwicklungsganges in unserer Frage. Hinweise auf die ältere Literatur finden sich ausführlich bei Pauli¹, in der Monographie

¹ Pauli, Commentatio phys.-chir. de vulneribus sanandis. Diss. Göttingæ, 1825.

Zenker's¹, und ferner in der Arbeit Waldeyer's² in Virchow's Archiv. Dagott³ gibt in einer neueren Arbeit ebenfalls eine genaue Zusammenstellung der Ansichten.

Uebergehen wir die bei Pauli, Zenker und Waldeyer ausführlich besprochenen, und bezüglich einer Regeneration überhaupt negativen Resultate Merkel's (1786), Huhn's, Murray's, Arnemann's (1787), Schnell's (1804) und Pauli's selbst, so stossen wir auf Nanoni⁴, der die Frage experimentell angriff und eine wahre Regeneration annimmt, ohne indess, wie es scheint, eine genaue Beschreibung des von ihm beobachteten Modus zu geben. Bei Pauli ist ein verdammendes Urtheil über ihn zu lesen.

Zimmermann⁵ tritt für eine Regeneration ein ohne eigenes experimentelles Arbeiten. Er sagt, er möge vor der Hand dem Muskel die Fähigkeit sich zu regeneriren noch nicht absprechen, indem das Auftreten sehniger Muskelnarben äusserliche, ursächliche Momente haben könne, deren Wegfall ganz andere Resultate ergeben würde.

Nach einer langen Reihe von Jahren, in denen, auf Grund der negativen Erfahrungen, die Nicht-Reproductionsfähigkeit der willkürlichen Muskeln allgemein accep-

¹ Zenker, Ueber die Veränd. der willkürl. Muskeln im Typhus abdominalis. Leipzig, 1864.

² Waldeyer, Virchow's Archiv, Bd. 34. 1865.

³ Dagott, Ueber die Regener. der quergestr. Muskeln nach Verletzungen. Diss. Königsberg, 1869.

⁴ Nanoni, Diss. de similiarium partium h. c. constituentium regeneratione. Mediol., 1782, in: J. J. Römer, delectus opusc. Vol. I. Turici et Lipsiæ, 1791.

⁵ Zimmermann, Reil und Autenrieth. Archiv für die Physiologie. Bd. XI, 1812, p. 131.

tirt wurde, treffen wir bei Guensburg¹ die positive Angabe einer Neubildung nach kleinen Substanzverlusten. Diese Angabe macht Guensburg auf ein Experiment Breuer's² hin. Nähere Mittheilung mangelt indessen bei Guensburg, und Breuer's Dissertation war mir nicht zugänglich.

Eine pathologische Beobachtung sollte nun zunächst die Neubildung quergestreifter Fasern schlagend beweisen. Rokitsansky³ fand in einem Hodentumor von medullarkrebs-ähnlichem Aussehen Züge von Muskelfasern. Im folgenden Jahre beschrieb Virchow⁴ ein Eierstockscystoid mit gleichen Structurelementen. Von nun ab häufen sich die Erfahrungen, und Weber's⁵ Beobachtung eines Zungentumors, der in kürzester Zeit mächtig recidivirte, ergab zum ersten Male das bisher in dieser Beziehung für so phlegmatisch erachtete und in seiner pathologischen Dignität schlechtgewürdigte quergestreifte Muskelfasersystem als ein sehr actives Gewebe. Doch hatte schon Virchow⁶ eine parenchymatöse Entzündung unseres Gewebes constatirt und hatte somit den Weg zu einer richtigeren Auffassung angebahnt. Die von Virchow⁷ später, anlässlich der Weber'schen Publication, beschriebenen Fälle von Zungentumoren ergaben keine Muskelneubildung, doch handelte es sich um Tumoren cavernösen Baues, im

¹ Guensburg, Die patholog. Gewebelehre, Bd. II, 1848, p. 388.

² Breuer, *Meletemata circa evolutionem ac formas cicatricum*. Diss. Vratislaviae, 1843.

³ Rokitsansky, Zeitschr. der Gesellsch. d. Wiener Aerzte. Jahrg. V. 1849.

⁴ Virchow, Verhandl. der med. Gesellsch. in Würzburg. Bd. I. 1850.

⁵ Weber, Virchow's Archiv, VII. 1854.

⁶ Virchow, Virchow's Archiv, IV.

⁷ Virchow, Virchow's Archiv, VII.

einen Falle um Lymphectasien, im andern um eine cavernöse Blutgeschwulst. Bemerkenswerth ist, dass Virchow in diesem Artikel, indem er auf den oben citirten Eierstockstumor zurückkommt, sagt, dass an manchen der Faserzellen Fortsätze vorkommen. Und er gibt die beherzigenswerthe Mahnung, dass Anschein einer Querstreifung an Faserzellen vorkommen kann, ohne dass diese als Muskelzellen zu betrachten seien. Eine Mahnung, deren man stets eingedenk sein muss, um besonders bei Untersuchungen über Muskelregeneration nicht auf allerhand Irrwege zu gerathen und Gebilden die Dignität von Muskelzellen einzuräumen, die sich in der Folge nicht als solche erweisen!

In dem Weber'schen Falle fand sich in einem nur 11 Tage alten Recidiv des Tumors in einer Grundmasse aus runden, kleinen Zellen, mit stellenweisen Bindegewebszügen und alten quergestreiften Primitivbündeln, das nicht seltene Auftreten «weniger energisch quergestreifter, zarterer, mit deutlichen, ohne die Anwendung von Essigsäure sichtbaren, Kernen versehenen Fasern.» Die Messung und der allgemeine Habitus lassen Weber eine Analogie dieser Fasern mit den Muskeln eines 4-monatlichen Embryo's finden. Weber fand keine Zwischenstufe zwischen diesen Fasern und anwesenden freien Kernen, und sagt, dass es zweifelhaft bleibe, ob überhaupt die Kerne eine Entwicklungsstufe jener Fasern repräsentiren. Seine Fig. 4 zeigt in schöner Weise die Neubildung.

Weber zog aus dieser seiner interessanten Erfahrung nicht sofort weitergehende Consequenzen und man war noch nicht so weit zu der einzig richtigen Methode der Erforschung unserer Frage, dem Experimente, das die einfachsten Verhältnisse setzt, zu greifen.

Wiederholte pathologische Erfahrungen liessen die einmal angeregte Sache nicht wieder einschlafen. Billroth¹ beobachtete ein Hodencystoid mit evidenten Muskelfasern und bald darauf einen Cystentumor des Oberarms mit nicht ganz ausgesprochenen, doch sehr wahrscheinlich als Muskel anzusehenden Elementen.

Auch Benjamin² fand in einem Keloid Muskelgewebe; ferner Wallmann³ in einem complicirten Tumor der Rachenhöhle eines Fötus.

Fernere Fälle von «Rhabdomyomen» sind von Senftleben⁴ (Hodencystoid), Lambl⁵ (Carcinom der unt. Extr.), Virchow⁶ (Sacraltumor), v. Recklinghausen⁷ (Myome d. Herzens), Billroth⁸ (Mamma-sarcom) und Buhl⁹ (Recidiv. Myom. cyst.) beschrieben worden.

Ein neuer Fingerzeig ward nun auch gegeben in der Erforschung des normalen Wachsthum's des Muskels. Das mit dem Alter zunehmende Volumen der Musculatur und die Beobachtung der physiologischen Hypertrophie verlangten eine Erklärung. Man hatte sich zunächst an die Messung junger und alter Fasern begeben. Das allgemeine Resultat der Vergleichung war, dass eine thatsächliche Verbreiterung der jüngeren Fasern angenommen werden muss. Hieher gehören die Arbeiten Harting's¹⁰,

¹ Billroth, Virchow's Archiv, VIII. 1855.

² Benjamin, Virchow's Archiv, VIII.

³ Wallmann, Würzb. Verh., IX. 1859.

⁴ Senftleben, Virchow's Archiv, XV. 1858.

⁵ Lambl, Aus dem Franz-Josef-Spital in Prag. I. Th. 1860.

⁶ Virchow, Monatsschr. für Geburtskunde, XIX. 1862.

⁷ v. Recklinghausen, Monatsschr. für Geburtskunde, XX. 1862.

⁸ Billroth, Virchow's Archiv, XVIII. 1860.

⁹ Buhl, Zeitschr. für Biologie, I. 1865.

¹⁰ Harting, Recherches micrométriques. Utrecht, 1845.

Kölliker's¹, Wedl's² und Hepp's³. Heschl⁴ behauptete bei seinen Untersuchungen auf Formen gestossen zu sein, die wohl kaum anders erklärlich seien, als durch Annahme einer Neubildung. Deiters⁵ konnte einem solchen Befunde nicht beipflichten und hält die in seiner Dissertation niedergelegten Ansichten auch noch später gegen Budge aufrecht.

Budge⁶ begab sich an die Arbeit mit dem dankenswerthen Vorhaben eine Zählung der Primitivfasern zu machen. Seine an dem Gastrocnemius von Fröschen gefundenen Zahlen sind an und für sich beweisend genug, doch hat man schwere und nicht von der Hand zu weisende Bedenken gegen die Zählungsmethode überhaupt zur Geltung gebracht.

Aeby⁷ nahm Zählungen an Froschsartorien vor und konnte keine Zahlvermehrung bei älteren Thieren auffinden.

Neuerdings hat Petrowsky⁸ wieder darauf aufmerksam gemacht, dass junge, schmale Muskelemente, wie man sie bei Froschlarven jüngsten Stadiums beobachtet, auch bei späteren Altersperioden zu finden sind. Ja, man finde bei Fröschen von 20—40^{mm} Länge sämtliche Faserformen, die consecutiv in den Altersperioden zwischen dem Larvenstadium und dem ausgewachsenen

¹ Kölliker, Microsc. Anat. II. 1850.

² Wedl, Grundzüge der patholog. Histologie. Wien, 1854.

³ Hepp, Die pathol. Veränd. der Muskelfaser. Diss. Zürich, 1853.

⁴ Heschl, Comp. d. path. Anat. 1855.

⁵ Deiters, Diss. de increm. musc.; ferner: Reichert's u. Du Bois-Reymond's Archiv. 1861.

⁶ Budge, Archiv für phys. Heilk., N. F., B. II, und: Moleschott's Unters., VI.

⁷ Aeby, Henle's u. Pfeufer's Zeitschr., 3 R., 14 Bd.

⁸ Petrowsky, Centralblatt, 1873, n° 49.

Frosche anzutreffen sind. Ueber den Vorgang der Entstehung der neuen Fasern weiss Petrowsky, eben so wenig wie Budge, bestimmte Angaben zu machen. Doch weist Petrowsky eine Vermehrung durch Spaltung alter Fasern, wie dies Budge vermuthet, von der Hand. Budge hat, nach Beobachtung dichotomisch sich theilender Fasern, diesem Modus der Vermehrung einige Wahrscheinlichkeit beigelegt, und später¹ beschrieben, dass Kerne, in Reihen gestellt, von der Mitte stärkerer Fasern an den Rand derselben verschoben werden, und dass dann diese Randpartieen mit den Kernen als junge Fasern abgeschnürt werden.

Weismann² hat bekanntlich die Abspaltung als sichere Thatsache hingestellt auf Grund von Isolationspräparaten, welche er mittelst Kalilauge gewonnen hatte. Die Vermehrung der Fasern geschehe nach vorangehender Kernwucherung und Kernreihenbildung durch Längstheilung zwischen den Kernen. Er steht ein für eine Zweitheilung und eine Randabspaltung von vorhandenen Primitivfibrillen.

Riedel³ stellte wiederum Zählungen von Fasern an, und zwar auf guten Querschnitten. Er konnte keine Hyperplasie auffinden und stellt sich auf Seite von Deiters und Aeby gegen Budge, Margo, Weismann und Petrowsky.

Ein Fall von wahrer Muskelypertrophie, den Auerbach⁴ beschrieben, verdient hier angeführt zu werden.

¹ Budge, Moleschott's Unters., VI. 1859.

² Weismann, Henle's u. Pfeufer's Zeitschr. 3 R., 10 B.

³ Riedel, Das postembryonale Wachsthum der Weichtheile. Unters. aus dem anat. Inst. zu Rostock. Herausg. von Prof. F. Merkel. Rostock, 1874. Vgl. Virchow-Hirsch's J. 1874, p. 31.

⁴ Auerbach, Virchow's Archiv, 53. 1871.

Auerbach constatirte eine enorme Verbreiterung bestehender Fibrillen und eine entsprechende Kernvermehrung.

Experimentell hat sich wohl Deiters¹ zuerst mit der Regenerationsfrage beschäftigt, obwohl seine an Froschlarven ausgeführten Verletzungen zum Zwecke des Studiums der Genese der quergestreiften Fasern angelegt wurden. Doch gehört seine Untersuchung hieher, da er zu dem Satze kommt, dass bei der Regeneration des abgetragenen Schwanzes der Larve die überstehende Musculatur an der Bildung neuer Fasern ganz untheiligt ist. Er beschreibt in der neugebildeten Schwanzspitze stern- und spindelförmige Zellen in einer homogenen Grundsubstanz. Diese Zellen seien das Bildungsmaterial für die neu entstehenden Elemente. Unter allmäliger Streckung und Zellkernproliferation soll nun an einer Seite dieser Zellen ein Verdickungssaum auftreten, der indess ausserhalb der Zellen liegt. Als bald sei nun eine zarte Querstreifung zu beobachten, die an Intensität zunehme und so bald das Bild einer Primitivfibrille präsentire. Diese Gebilde sollen dann in die Länge und Breite wachsen und so fertige Muskelemente liefern. Deiters folgert, dass eine Umwandlung eines Gewebes der Binde substanzgruppe in Muskelgewebe möglich sei. Die Neubildung von Primitivbündeln im wachsenden Muskel hält er für möglich, aber unwahrscheinlich.

v. Wittich² beschrieb an überwinterten Fröschen massenhaften Muskeluntergang durch fettige Degeneration. Der Ersatz aber geschehe durch eine von den alten Fasern unabhängige Neubildung. Diese localisirt v. Wittich in dem interstitiellen Bindegewebe.

¹ Deiters, Reichert's und Du Bois-Reymond's Archiv. 1861.

² v. Wittich, Königsberg. med. Jahrb. III. 1861.

Bald darauf trat Peremeschko¹ hervor mit Beobachtungen, die er am Gastrocnemius des Frosches nach Durchziehen eines Fadens gemacht hatte. Er fand unter Eiterung des Stichcanals eine Vermehrung der Muskelkörperchen der anstossenden Fasern. Aus diesen Muskelkernen solle die Regeneration hervorgehen. Und zwar geschehe die Regeneration in den alten Fasern nach Spaltung derselben der Länge nach. An Stelle einer Faser hätten wir ein ganzes Bündel. Die Kerne sollen sich dann zu neuen Fasern fortentwickeln. Die Resultate Peremeschko's haben durch eingeschlichene Verwechselungen von Capillarkernreihen und Muskelkernreihen an Vertrauen eingebüsst. In einer zunächst erscheinenden, vorläufigen Mittheilung entscheidet sich C. O. Weber² nach Versuchen an Kaninchen für eine Regeneration. Schon am fünften Tage seien spindelförmige Neubildungen von Muskelfasern vorhanden.

Vor dem Erscheinen der classischen Monographie Zenker's finden sich noch zwei Beobachtungen an von Trichinose befallenen Muskeln. Fiedler³ beschreibt in trichinöser Schweinemusculatur eine üppige Kernwucherung in den befallenen Fasern mit gleichzeitiger Proliferation im Perimysium. Diese Perimysialwucherung gehe nun allmähig in Bindegewebe über; doch seien auch grössere Zellen mit mehreren in der Mitte und randständig liegenden Kernen vorhanden, an denen zwar eine weitere Umwandlung in Muskelzellen nie beobachtet wurde, doch von Fiedler stark vermuthet wird.

Colberg⁴ untersuchte trichinisirte Ratten, Kaninchen

¹ Peremeschko, Virchow's Archiv, 27. 1863.

² C. O. Weber, Centralblatt der med. Wiss. 1863.

³ Fiedler, Virchow's Archiv, 30. 1864.

⁴ Colberg, Deutsche Klinik. 1864.

und Meerschweinchen; am sechszehnten Tage nach der Fütterung, also etwa fünf Tage nach der Einwanderung der Trichinen in die Musculatur, fand er die befallenen Fasern mit Muskelkernen erfüllt. Diese seien unregelmässig gelagert, gross, oval, mit stark glänzendem Kernkörperchen und von Protoplasma umgeben, also Muskelzellen im Sinne Max Schultze's¹.

Es erfolge dann wohl eine, indess nicht genau beobachtete Randabspaltung von Kernen. Von diesen sollen manche einen quergestreiften Zellkörper haben und den Habitus der embryonalen Muskelfasern Remak's und Kölliker's tragen. Colberg stützt sich also bezüglich des Regenerationsmodus auf Peremeschko.

Zenker², gestützt auf Resultate, die er bei der Untersuchung des Einflusses des Typhusprocesses auf die willkürliche Musculatur gewann, fasste nun die Frage nach der Regeneration in ihrer Gesamtheit in's Auge. Durch scharfe, umsichtige Kritik der bisherigen Entwicklung der Regenerationsfrage, durch eingehende Beurtheilung der vorhandenen pathologisch-anatomischen Daten und klare Begründung seiner Erfahrungen bei Typhus abdominalis, wusste er das Interesse für das Wesen der Muskelregeneration auf's Neue zu beleben, wie die nun rasch auf einander folgenden Untersuchungen bezeugen. Die vollständige Wiederherstellung der Muskelkraft nach Typhus und die Abwesenheit von Muskelnarben in typhösen gewesenen Muskeln erwies eine vollständige Regeneration. Dieser Process nimmt nach Zenker seinen Ausgang von einer Wucherung der zelligen Elemente (Bindegewebskörperchen) des Perimysium internum. Und nach solchem

¹ Schultze, Reichert's und Du Bois-Reymond's Archiv. 1861.

² a. a. O.

Ergebniss für die «restituierende Regeneration» nach Typhus, fasst Zenker das interstitielle Bindegewebe «als die Matrix auf, von welcher im Allgemeinen sich auf gegebenen Anstoss jeder Zeit neue Muskelfasern bilden können, sei es um die Masse der Elemente zu vermehren, sei es um die zu Grunde gegangenen zu ersetzen.»

Auf den genaueren Modus der Regeneration nach Zenker kommen wir nun bei der Besprechung von Waldeyer's Arbeit¹, in der sowohl Beobachtungen bei Typhus, wie solche an mechanisch verletzter Musculatur niedergelegt sind.

Waldeyer berücksichtigt zunächst die von Zenker nicht betonten Alterationen der Muskelkörperchen, wobei es sich um einen activen Neubildungs- und Wachsthumprocess handle, der seinen ausgeprägtesten Ausdruck in der Bildung von «Muskelzellenschläuchen» finde. In diesen Schläuchen finde man starke Kern- und Protoplasma Vermehrung innerhalb des Sarcolemms. Ueber das Schicksal der «Muskelzellenschläuche» macht Waldeyer keine weitere Angaben, als dass Fettdegeneration platzgreifen könne. Seine hauptsächlichste Aufmerksamkeit wendet er dem Perimysium internum zu, und findet darin, nachdem die entzündlichen Veränderungen der ersten Zeit vorüber sind, grosse spindelförmige Zellen, die sich durch ihre Resistenz gegen die Isolationsflüssigkeit auszeichnen. In Fröschen entnommenen Präparaten aus der fünften Woche nach der Verletzung fand Waldeyer Verwachsungen dieser Zellen und Auftreten von unverkennbarer Querstreifung am Rande. Von der Muskelzellenwucherung sagt er, dass keine Aehnlichkeit derselben

¹ Waldeyer, a. a. O.



mit diesen Muskelneubildungselementen bestehe. In dem gelieferten Bildungsgewebe entwickelt sich nach Waldeyer's Ansicht, «einerseits durch chemische Umwandlung in leimgebendes Gewebe und morphologische Differencirung in Fibrillen ein Narbengewebe, und andererseits durch Vergrösserung der zelligen Elemente und Zurückbleiben des indifferenten Zwischengewebes Muskelgewebe.» Das Perimysium internum ist also die Bildungsstätte der Ersatzsubstanz und Waldeyer stellt sich somit auf Seite von v. Wittich und Zenker. Die Angaben Weismann's, Abspaltung schmaler Fasern nach vorhergehender Muskelkernwucherung betreffend, acceptirt Waldeyer nicht. Frisch konnte er nie solche Bilder, wie Weismann sie mit 35 % Kalilauge erzielte, bekommen. Wohl mit Recht macht Waldeyer auf die energische Wirkung dieses Reagens aufmerksam und vermuthet darin die Ursache der Weismann'schen Bilder.

Weber¹ vertritt in einer längeren Arbeit den Standpunkt derer, die der Muskenkörperchenproliferation die weitgehendste Bedeutung für unsern Process einräumen.

Weber bekennt gleich im Beginne seiner Arbeit, dass er durchaus nicht eine heterogene Gewebsbildung verwirft, wie dies Buhl² thut. Ja, er citirt einen von ihm beobachteten Fall, in dem unzweifelhaft Entwicklung von jungen Muskelspindeln aus weissen Blutkörperchen stattgefunden haben soll. Es handelte sich um einen wuchernden Polypen der vorderen Muttermundlippe, der nach seiner Angabe später den Charakter eines «polyposen Hämatoms des Uterus» annahm. Die weissen Blutkörperchen sollen sich allmählig gestreckt haben und

¹ C. O. Weber, Virchow's Archiv, 39. 1867.

² Buhl, a. a. O.

bei Untersuchung in Glycerin und Wasser soll evidente Querstreifung zum Ausdruck gekommen sein. Weiteres gibt Weber über diesen interessanten Befund leider nicht an. Als Beispiele heterologer Bildung führt Weber denn auch die oben citirten Rhabdomyome an. Buhl, der die Specificität der Gewebselemente aufrecht hält, macht die Annahme, dass embryonale Einsprengung von Muskel die spätere Veranlassung zu solchen Befunden gibt.

Aus Weber's Experimenten geht nun zunächst hervor, dass schon am achten Tage Neubildungselemente in der Wunde vorhanden sind. Er stellte eine lange Untersuchungsreihe an Kaninchen und Hunden an und wählte Muskelwunden mit und ohne Substanzverlust. Nach der Durchschneidung trete zunächst eine Retraction der contractilen Substanz, ein Zusammenballen und Zerklüften derselben auf, unter mehr weniger deutlichem Schwund der Querstreifung, so dass das Bild der «wachsartigen Degeneration» zum Ausdruck komme. In und um diesen zusammengeballten Massen komme es weiterhin zur Entwicklung junger Zellen aus den Muskelkörperchen. Die Waldeyer'schen «Muskelzellenschläuche» konnte Weber oft beobachten. Die jungen Elemente sind mit grossem Kerne und umgebendem Protoplasma versehen, erweisen sich also als Zellen. Diese Gebilde, sagt Weber, können zur Zeit noch im Sarcolemmschlauch liegen oder mitten in der quergestreiften Substanz. Da sei aber eine Querstreifung der Elemente selten zu beobachten. Erst nach einem Hervortreten der jungen Zellen aus den Bündeln geschehe die Weiterentwicklung. Notiren wir dies, da wir in der Folge auf diese Angaben zurück kommen werden.

Bei normalem Gange der Entwicklung wären regressive

Metamorphosen, sowohl der kleinen Elemente, wie der durch sie aufgebauten «Muskellzellschläuche», nicht zu beobachten.

Bezüglich der Veränderungen zwischen den alten Fasern gibt Weber eine Wucherung sämtlicher zelliger Elemente an, sowohl der Bindegewebskörperchen, als der Capillarzellkerne, der Nervenendplatten und der Nerven selbst. Da Weber das Sarcolemm für kernführend hält, indem er es als Derivat der zwischen den Muskelfasern liegenden Bindegewebszellen deutet, gibt er auch eine Wucherung dieser Elemente an. So kommt denn eine die Muskelfasern umhüllende Granulationsmasse zu Stande. In diesem jungen Gewebe befinden sich schon vom zweiten Tage ab, nach Weber's Angabe, junge Muskelzellen, die sich alsbald durch plumpere Form und größeren Kern kennzeichnen. Wo solche Elemente nicht durch ihre unmittelbare Lage sich als Derivate der alten Bündel kennzeichnen, nimmt Weber an, dass entweder eine active Wanderung stattgefunden habe oder dass diese Lage durch das Präparationsverfahren bedingt sei. Auch deutet Weber die Möglichkeit einer «Umwandlung von Bindegewebszellen durch Contactwirkung» und folgender Entwicklung zu Muskel an. Jedenfalls sei das Zerreißen «trächtiger Muskelzellenschläuche» bei der Präparation unausbleiblich und so ein Ausstreuen der zusammensetzenden Elemente gegeben.

Also nach Weber ist der typische Vorgang dieser, dass die jungen Bildungselemente den Muskelkörperchen der alten Fasern entstammen. Die langen, blassen, bandartigen, kernreichen Elemente, denen schon Zenker begegnete, fasst Weber mit diesem als Neubildungen von Muskel auf und deutet sie als die Zwischenstufen zwischen den Muskelprimitivbündeln und den kleinen,

runden oder spindelförmigen Muskelzellen mit beginnender Querstreifung in stark lichtbrechendem Protoplasma. Als zerfallende Elemente, wie sie Waldeyer auslegte, kann Weber sie nicht betrachten, da die Querstreifung eine zu zarte sei und die Sarcolemmbildung zu wenig ausgesprochen.

Hoffmann¹ tritt bei Typhus abdominalis für eine Restitution von den Muskelzellen ein. Es findet, nach seinen Untersuchungen, eine Verschmelzung mehrerer Zellen zu sogenannten «Muskelplatten» statt. In diesem Punkte differirt er von Weber.

Schon die nächste Arbeit, aus ganz modernen Anschauungen hervorgegangen, verfißt andere Befunde und gibt eine andere Auslegung. Maslowsky² kam auf den Gedanken verwundeten Thieren Zinnober entweder in die Blutbahn zu injiciren, oder direct in die Wunde einzustreuen. Nun fanden sich nach einiger Zeit in neugebildeten Muskelfasern Zinnoberkörnchen. Maslowsky zieht den Schluss, dass die neugebildeten Fasern aus den zwischen den alten Fasern auftretenden Wanderzellen entstehen. Er lässt das jugendliche Bildungsgewebe grösstentheils zu Stande kommen durch Auswanderung farbloser Blutkörperchen und da deren Fähigkeit Farbstoffe aufzunehmen eine wohl begründete Thatsache ist, so sieht er in denselben die Vorläufer der Muskelzellen. Betheiligung der alten Fasern an der Neubildung negirt Maslowsky gänzlich.

Aufrecht's³ Ansicht, die in einer Arbeit über Wundheilung überhaupt niedergelegt ist, lehnt sich an Weber

¹ Hoffmann, Virchow's Archiv, 40; ferner: Unters. über die path.-anat. Veränd. der Organe beim Abd.-typhus. Leipzig, 1869.

² Maslowsky, Wiener med. Wochenschrift. 1868.

³ Aufrecht, Virchow's Archiv. 44.

an. Er fand zwar auch durch Farbstoff gekennzeichnete Zellen im gewucherten interstitiellen Gewebe, doch lässt er sie in die Bildung der Bindegewebsnarbe übergehen. Für die Muskeln beschreibt er, nach Notirung der gewöhnlich beobachteten Veränderungen in und um die Fasern, Muskelkernproliferation und Bildung von «Muskelzellenschläuchen». Diese Proliferation erweise sich in der Folge als Quelle der Neubildung. Aufrecht sagt, dass bei intactem Sarcolemm die Muskelfaser sich innerhalb desselben zu einer in Aussehen und Grösse der vor der Verwundung vorhandenen vollkommen gleichen Faser regenerire; wo dasselbe zerstört ist, sollen unter Vermittlung der Muskelkerne neue Fasern entstehen. Ob im ersteren Falle derselbe oder ein abweichender Modus stattfindet, geht aus Aufrecht's Angaben nicht hervor. Der achte Tag ist nach ihm der früheste Termin für das Auftreten neuer Fasern; diese sind spindelförmig, hellglänzend, mit spärlichen dunklen Körnchen. Sechs bis acht Tage später sind schmale Fasern mit vollkommener Querstreifung vorhanden. Aufrecht bekennt, nicht nachweisen zu können, ob die neuen Fasern aus den eben erwähnten Elementen vom achten Tage hervorgehen, da solche vielleicht nur mechanisch von den Muskelfasern abgetrennt seien. Liegt eine solche mechanische Abtrennung nicht vor, so möchte Aufrecht den Schluss ziehen, dass die neue Anlage gegeben ist durch selbstständige Abspaltung eines oder mehrerer Kerne mit einem Stücke hyaliner Muskelsubstanz und nachträglicher Vermehrung der Kerne.

Wir sehen, dass die Thätigkeit des Muskelgewebes selbst bei regenerativen Processen mehr und mehr Stimmen erhält und schon in Aufrecht's Arbeit bemerken wir Anklänge an die Auffassung mit der nun

Neumann¹ hervortrat. Neumann erklärte, dass das Wesen der Regeneration in einer Knospenbildung der alten, verletzten Faser bestehe. Vorher schon hatte er bei Typhus abdominalis Erfahrungen² gesammelt, die ihn bei der Regeneration eine Spaltung alter Fasern annehmen liessen.

Bei seinen experimentellen Untersuchungen fand Neumann schon am fünften bis siebenten Tage an den alten, quergetrennten Fasern, unter begleitender Kernwucherung, ein Vorrücken von zarten Knospen in das Granulationsgewebe. An Isolationspräparaten kam das Verhältniss zu klarer Ansicht. So sah denn Neumann im Zusammenhange mit den alten Fasern entweder einfache schmale Fortsätze mit mehr weniger scharfer Abgrenzung gegen die alte Fasern und bald spitzer, bald leicht kolbiger Endigung, oder breitere Fortsätze mit allerhand gabeligen Theilungen. Alle Fortsätze aber waren stark kernhaltig und zeigten weder Querstreifung noch scharfe Sarcolemmcontour. Diese beiden Eigenschaften sind aber in der dritten Woche schon vorhanden, wobei der Kernreichthum sehr zurückgegangen ist.

Und ferner beschreibt Neumann einen Vorgang von Muskelspaltung durch das Einwuchern von Elementen des Perimysium nach vorausgegangener Zerstörung des Sarcolemms. Das neue Sarcolemm werde dann vom Perimysium geliefert. In dem letzteren konnte Neumann nur Granulationsgewebe finden, mit nachträglicher Organisation zu derbem fibrillärem Bindegewebe. Neumann weist die Neubildung aus zelligen Elementen von sich, da er keine Uebergangsstufen finden konnte. Wo man musculäre Elemente neuer Bildung getrennt von

¹ Neumann, Archiv für microsc. Anat. Bd. IV. 1868.

² Neumann, Archiv der Heilkunde. Bd. IX. 1868.

alten Fasern findet, nimmt Neumann eine mechanische Trennung durch die Präparation an. Und so hält er die «zungenförmigen, bandartigen, ästigen Elemente» der Autoren für abgelöste Muskelknospen; von Waldeyer's und Weber's quergestreiften Zellen hat er nie etwas finden können. Diese von Neumann an Kaninchen gewonnenen Resultate, wurden von seinem Schüler Dagott¹ am Frosche vollkommen bestätigt.

Eine Arbeit Cramer's² befasst sich mit dem Studium der entzündlichen Veränderungen der Muskeln nach Actzung und Trauma. Er fand «Muskelzellenschläuche» und vermuthet eine Thätigkeit der Muskelkörperchen bei der Regeneration, ohne indess diesen Punkt weiter verfolgt zu haben.

Janovitsch Tschainski³ schliesst sich Weber, Golberg, und Peremeschko an. Doch lässt er schliesslich unentschieden, ob das Bindegewebe oder weisse Blutkörperchen, beziehungsweise Wanderzellen, nicht auch zur Neubildung beitragen.

Sehr eingehend ist die Arbeit Gussenbauer's⁴. Schon nach vierundzwanzig Stunden beobachtete er, ausser den üblichen regressiven Veränderungen der Schnittenden, Vermehrung der Muskelkerne und feine Körnung der contractilen Substanz. Gegen die Schnittenden zu war gröbere Körnung und Mangel einer deutlichen Sarcolemmingrenze zu constatiren. Gussenbauer beobachtete auch die «Muskelzellenschläuche» Wal-

¹ Dagott, Ueber die Regener. der quergestr. Muskeln nach Verletzung. Diss. Königsb., 1869.

² Cramer, Ueber das Verhalten der quergestr. Muskelf. bei traumat. Entzündung. Diss. Frankfurt a. M., 1870.

³ Janovitsch Tschainski, Ueber d. entz. Veränd. d. Muskelf. Stud. aus dem Inst. f. exper. Pathol. in Wien von S. Stricker. Wien, 1870.

⁴ Gussenbauer, Archiv für klin. Chirurgie. 1871. XII.

deyer's, deutet sie aber als Faserabschnitte, in welchen die schollig zerklüftete oder körnig veränderte contractile Substanz von farblosen Zellen umlagert, und in der Weise durchsetzt ist, dass diese Zellen in die Spalträume zwischen den Stücken eingedrungen sind.

Die jungen Muskeln entwickeln sich nach Gussenbauer, 1) aus körnig veränderten Faserabschnitten mit reichlichen Kernen, die sich in unveränderte Fasern verfolgen lassen, und 2) aus ein- oder mehrkernigen Muskelzellen und bandartigen Elementen, die ebenfalls aus körnig veränderten Faserabschnitten hervorgegangen und durch Zellwucherung getrennt sind. So deutet er denn nicht die neuen Bildungen als eigentliche Knospen, sondern fasst das gegebene Bildungsmaterial als körnig und protoplasmatisch veränderte, alte Muskelsubstanz auf. Die verästelten Formen leitet er mit Neumann ab von Durchwachsungen und Resorption, die das neue Material von Seiten des interstitiellen Gewebes erfährt. Doch verwirft er entschieden eine Spaltung im Sinne Budge's und Weismann's in alten sarcolemmhaltigen Partien.

Die Neumann'sche Vorstellung von der Muskelregeneration konnte Wagener¹ beim Typhus nicht bestätigen. Er fand, dass der Muskel sich aus Stücken bei der Wiedererzeugung zusammensetzt.

Aus der gegebenen Darstellung ist ersichtlich, dass zwei Ansichten über den Regenerationsmodus zur Geltung gekommen sind. (Maslowsky's Beobachtung steht allein da.) v. Wittich, Zenker und Waldeyer sehen in den Zellen des Perimysium internum die Quelle der Ersatzleistung nach Muskelzerstörung. Die Feststel-

¹ Wagener, Archiv für microsc. Anat., X. 1874.

lung dieses Modus würde der Auffassung, dergemäss zwischen Muskelgewebe und der Binde substanzgruppe eine engere Verwandtschaft existirt, eine mächtige Stütze geben.

Andererseits wird die Thätigkeit bei der Regeneration der Muskelfaser selbst übertragen. Doch beziehen die einen (Peremeschko, Colberg, Weber, etc.) den ganzen Process auf die Muskelkörperchen, die anderen (Weismann, Neumann, etc.) auf die contractile Substanz der Faser, indem dieselbe Spaltungen eingehen und Knospen treiben soll.

Sei es mir nunmehr gestattet, meine Erfahrungen zu skizziren und dabei gleichzeitig auf Parallelen oder Gegensätze in den citirten Arbeiten aufmerksam zu machen.

Meine Untersuchungen wurden an Fröschen, weissen Mäusen und Meerschweinchen vorgenommen. In die Musculatur der Extremitäten möglichst quergelegte Wunden, mit und ohne Substanzverlust, wurden durch Naht des Hautschnittes geschlossen und in verschiedenen Perioden der Heilung untersucht. Auch wurden eiternde Wunden an Fröschen durch Durchziehen eines Fadens erzielt.

Ich hatte gehofft, bei *Hydrophilus piceus* und *Astacus fluviatilis* nach Amputation von Gliedmaassen mit scharfem Scheerenschnitt Regeneration zu bekommen. Doch wurde solches stets vereitelt durch Ausfliessen der restirenden Musculatur aus den Chitinhüllen. Gerade die geringe Anwesenheit von interstitiellem Gewebe liess hoffen hier den Regenerationsprozess in klaren, unverdeckten Bildern beobachten zu können.

Ferner machte ich einige Beobachtungen an den abgeschnittenen Schwänzchen und Extremitäten von Kaulquappen.

Ich wählte stets Zerzupfpräparate, da nur so anschauliche Bilder aufgefunden werden können. So kommen die Beziehungen der einzelnen constituirenden Elemente der Narbe zu einander genügend zur Anschauung. Bei Längsschnitten ist dadurch, dass wohl nie der Faserverlauf in einem Niveau sich hält, ein schwer zu entwirrendes Chaos gegeben.

Zum Zwecke der Isolation erwiesen sich die üblichen Macerationsmittel zwar alle tauglich, doch sind die meisten, ihrer energischen Wirkungsweise, und der hochgradigen Veränderungen, die sie setzen, halber, zu verwerfen. Als ganz brauchbar erwies sich eine gesättigte Lösung von Oxalsäure, wie sie als Isolationsflüssigkeit von Merkel angegeben wurde. Doch quellen die Fasern und insbesondere das Interfibrillärgewebe auch in dieser Flüssigkeit auf. Die glasige Quellung stört das Zerzupfen und die Vertheilung der macerirten Fasern auf dem Objectträger ganz erheblich und lässt untingirte Präparate mit undeutlichen Contouren erscheinen. Sehr empfehlenswerth ist auch der Ranvier'sche diluirte Alkohol. In seiner Wirkung langsamer als die anderen Macerationsflüssigkeiten erfüllt er dennoch diese Bestimmung zur Genüge und setzt keine erhebliche Veränderungen. Es lässt sich stets eine feine Zerfaserung erzielen. Zur Tinction war bei dieser Macerationsmethode alkoholische Eosinlösung sehr brauchbar; ferner Picrocarmin.

Zur Vereinfachung der Darstellung führe ich schon hier an, dass ich die Neumann'schen Muskelknospen in jedem Präparate unschwer auffand.

Bezüglich der ersten Veränderungen nach einem Trauma stimmen die Beobachtungen wohl alle überein.

An den Muskelfasern selbst findet sich die charakteristische, feinkörnige Trübung bei intacter Querstreifung, das glasige Aussehen der zerklüfteten, scholligen Partien bei meist erhaltener Querstreifung (wachsartige Degeneration), die Faltelung und Einschnürung des Sarcolemms, etc.

Die Wucherung der Muskelkörperchen tritt wohl sofort ein, denn schon am dritten Tage war solche an allen verletzten Bündeln einer weissen Maus sichtbar. Bei dem Frosche erfolgt die Wucherung etwas später, wie denn überhaupt die Organisation der Narbe bei dem Frosche länger auf sich warten lässt, als bei den untersuchten Säugern. Die Kernwucherungen erfüllen zunächst die körnig getrübbten Partien der Faser, besonders gegen die Schnittenden sich zu grösseren Aggregaten sammelnd. Man sieht von diesen körnig getrübbten Theilen die scholligen zerklüfteten Partien gänzlich getrennt im zertrümmerten Sarcolemmschlauche liegen. Es hat gleichsam eine Sequestration dieser Theile stattgefunden und sie liegen in der Wunde um nun der Resorption anheimzufallen. Sie stellen in der That ein Caput mortuum dar, wie Neumann sie bezeichnete. Und ein von mir aufgefundenes Präparat möchte ich als Einschluss eines solchen Sequesters in eine Art Lade deuten. Man sieht eine Muskelfaser in deren unverkennbar hervorgewachsenem Theile eine grosse Vacuole sich befindet. Dieselbe ist mit scharf abgeschnittenen Contouren versehen und in derselben liegt ein Klümpchen einer Substanz, die wohl als verändertes Muskelgewebe gedeutet werden muss. Es ist gerade so ein formloses Klümpchen, wie man sie gleich nach dem Trauma in Folge Hervorquellens von Muskelsubstanz aus dem retrahirten Sarcolemma und Abschnürens derselben antrifft.

Die gewucherten Muskelkörperchen stellen in der That, wie dies Neumann hervorhebt, nur Kerne dar. Man findet stets nackte Kerne von wechselnder Grösse mit einem oder mehreren glänzenden Kernkörperchen. Die Form ist eine wechselnde, und ein protoplasmatischer Hof kommt ihnen nicht zu. Waldeyer beschreibt sie, als mit oder ohne Vermehrung des Protoplasmas auftretend, und Weber sagt, sie gewinnen die Dignität von Zellen durch Ansammlung von Protoplasma um den Kern. Ihre Form ist stets eine runde oder gestreckt ovale; da wo dieselben unmittelbar an einander liegen und dort wo grössere Ansammlungen stattfinden, kommen meist verschobene Vierecke zu Stande; die Kerne zeigen eine glänzende doppelte Contour, haben einen dunkelkörnigen Inhalt und ein bis mehrere hellglänzende Kernkörperchen. Von einer Spindelform derselben, wie Weber angibt, sah ich nichts. Sie liegen in den anfänglich vollkommen homogenen, später körnigen Muskelknospen eben so scharf abgesetzt, wie weiter oben in dem quergestreiften Theile der Faser gegen die so characterisirte contractile Substanz. Von Zellterritorien kann man in den Fortsätzen nichts entdecken.

Bezüglich der «Muskelzellenschläuche» stimmen die Beobachter mit Waldeyer überein, und betrachten die Gebilde als Muskelkörperchenwucherung. Gussenbauer aber spricht von ihnen, als Faserabschnitten in welchen die schollig zerklüftete oder körnig veränderte contractile Substanz von farblosen Zellen umlagert und durchsetzt ist. Gussenbauer hat in Bezug auf die mit Muskeltrümmern erfüllten Sarcolemmschläuche nicht Unrecht. Denn hier findet man neben den Muskelkernwucherungen in der That Eiterkörperchen in Hülle und Fülle und besonders findet man solche Schläuche bei Eiterungen

der Wunde. Es trägt eben in diesen Fällen, wie in jedem anderen Gewebe, Eiterung zur Abstossung oder Resorption der zertrümmerten Gewebstheile bei. Und in wie weit solche Eiterkörperchen der Blutbahn entstammen oder Derivate der zelligen Gewebselemente sind, ist ja noch heute eine lebhaft discutirte Frage. Es gibt aber noch eine andere Categorie von « Muskelzellenschläuchen », wo die Anwesenheit von Eiterkörperchen ein seltenes ist, wie denn auch Gewebstrümmer nicht vorhanden sind. Es sind dies durch intactes Sarcolemm begrenzte Schläuche mit dichtgedrängter Muskelkörperchenwucherung erfüllt. Es ist keine Querstreifung mehr vorhanden oder wenigstens nicht mehr sichtbar, und wir haben es wohl mit einer gesteigerten Form jener Veränderungen zu thun zu denen sich die verletzte Muskelfaser anschickt, wenn Sprossenbildung erfolgt. Bei ganz gutem Gang der Heilung sind solche Schläuche selten. Bei Eiterungen sind sie vorhanden und zeigen fettige Degeneration.

Bei dem ganzen Bilde der heilenden Wunde fällt nichts so sehr in die Augen, als die Muskelknospen Neumann's. Bei der Maus treffen wir schon am 5ten Tage schöne Sprossen; am 10ten Tage sind dieselben erheblich gross. Dieselben sind gegen die alte Faser oft abgesetzt durch eine Einschnürung des zerrissenen Sarcolemms; in jedem Falle aber zeichnet sich die ganz junge Knospe durch ihre homogene Beschaffenheit von der körnigen Muskelpartie aus. Und dies homogene Aussehen behält das Ende des auswachsenden Fortsatzes, der knospende Theil, bis der Heilungsvorgang abgeschlossen ist. Da, wo man die neuen Fortsätze bis an ihr Ende verfolgen kann, fehlen die homogenen Endpartien nie. Die neuen Auswüchse zeigen zunächst der

alten Faser erst eine diffuse Körnung, die gegen das Ende des Triebes zarter und zarter wird; die Annahme noch ungeordneter Disdiaklasten liegt nahe. Die Muskelkernwucherung, die in dem alten Muskel und dem Fortsatze platzgreift, erstreckt sich nie in die äussersten, homogenen, blassen Fortsätze, die in häufiger dichotomischer Theilung von dem Fortsatze ausgehen. Erst mit vorrückendem Wachsthum schreitet die Proliferation auch nach hier vor, die Enden aber bleiben stets frei. Und gerade in dem angeführten Verhalten ist eine Begründung der Neumann'schen Auffassung einer protoplasmatischen Knospung zu finden. Und dieser Charakter wird dem Process dadurch nicht benommen, dass Gussenbauer sagt, das gegebene Bildungsmaterial sei körnig und protoplasmatisch veränderte alte Muskelsubstanz. Das active Auswachsen dieses Bildungsmaterials ist eben ein Knospen und die Thatsache, dass die Fortsätze später alle Charactere der Muskelfaserpartie der sie anliegen, annehmen, erweist ihre Zusammengehörigkeit. Gussenbauer nimmt als weitere Quelle der Neubildung bandartige Elemente an, die, ebenfalls aus körnig veränderten Faserabschnitten hervorgegangen, durch Zellwucherung von der Faser getrennt sind. Mit anderen Worten, dass Neumann'sche Knospen auch getrennt von der ursprünglichen Faser sich weiter entwickeln können, wogegen wohl Nichts einzuwenden ist, da es sich um lebendige Ableger handelt. Doch wird die mechanische Trennung durch die Präparirnadel viele dieser isolirten Elemente zu Wege gebracht haben, denn man kann sich leicht überzeugen, dass solches oft vorkommt.

Die verästelten Formen der Fortsätze führt Neumann zurück auf Zerspaltung des früher einfachen und seines

Sarcolemms verlustig gegangenen Primitivbündels in zwei und mehrere pinselartig auseinander weichende, schmalere Bündel durch wucherndes Perimysialgewebe und subse-
quente, selbstständige Auswachsung der einzelnen Spalt-
fascern. Man trifft in der That auch bei noch jungen Wunden
manchmal Bündel mit mehreren Fortsätzen, die noch in
gewisser Ausdehnung Querstreifung zeigen. Doch gibt
es auch Verästelungen mit dem reinen Aussehen neuge-
bildeter Fortsätze. Und die Erklärung für dieses Wachs-
thum wäre wohl zu finden in einem atypischen Aus-
wachsen der Protoplasmaknospen, in einer Anpassung
an die gebotenen Terrainverhältnisse. Wo der mindere
Widerstand besteht, wächst die Faser in das Granula-
tionsgewebe hinein.

Die Querstreifung tritt in den neuen Fortsätzen erst
in der älteren, der alten Faser zunächst liegenden Partie
auf. Dieselbe ist anfänglich sehr zart und zeigt allem
Anscheine nach einen beträchtlicheren Abstand der Strei-
fen als in der alten Faser.

Bezüglich der Veränderungen im Perimysium ist anzu-
führen, dass Wucherung aller Elemente stattfindet. Sehr
activ verhalten sich die Zellen der Capillarwände. Und
gerade an diesen muss man sich hüten die Aneinander-
reihung protoplasmareicher, geschwollter Spindeln mit
neuer Muskelanlage zu verwechseln. Die ausbleibende
Vergrösserung in späteren Perioden der Untersuchung
gibt uns sicheren Aufschluss über die wahre Natur aller
verdächtigen Zellkörper. In einem Falle war in der Narbe
eines vor drei Wochen operirten Frosches eine ganze
Ansammlung grosser, sehr auffallender Spindeln und
unregelmässiger Zellkörper. Die Kerne waren gross, das
Protoplasma ziemlich grob granulirt. Querstreifung ergab
sich bei Prüfung mit starken, guten Systemen nicht. Ich

schenkte diesem Befunde, da er sehr auffallend war, grosse Aufmerksamkeit und fahndete in der Folge auf ähnliche Elemente in älteren Narben. Ich fand indess nichts Aehnliches wieder. Bei Vergleichung der fraglichen Elemente mit Präparaten aus der Extremitäten- und Rückenmusculatur sehr junger Embryonen lässt sich absolut keine Aehnlichkeit zwischen beiden feststellen. Es bleibt nach alle dem wohl nur die Annahme übrig, dass wir es hier mit den von v. Recklinghausen zuerst beschriebenen «Plasmazellen» zu thun haben, die nach Waldeyer's¹ Untersuchungen ein ziemlich häufiges Vorkommniss sind.

Bei Untersuchung des nach Abtrennung wieder ausgewachsenen Froschlارvenschwänzchens traf ich auf keine Bilder, die mit den Deiters'schen Angaben stimmen würden. Eine Auswachsung der getrennten Fasern halte ich auch hier für sehr wahrscheinlich. Die Entscheidung ist bei der Zartheit und starken Pigmentirung des Gebildes schwer zu treffen. Auch ist das Criterium der Muskelkernproliferation nicht ohne Weiteres auf solche junge und an und für sich an Kernen reichhaltige Fasern anzulegen. Dasselbe gilt für die Untersuchung des Stumpfes von abgetrennten Extremitäten der Larven. Der Schluss Maslowsky's, dass die Anwesenheit von injicirtem Zinnober in jungen Muskelementen deren Hervorgehen aus zelligen Gebilden der Blutbahn darthue, muss in dieser Fassung zurückgewiesen werden. Alle zelligen und protoplasmatischen Bildungen besitzen die Fähigkeit fremde Partikelchen aufzunehmen, und die Muskelknospe erscheint ganz geeignet zu solcher Thätig-

¹ Waldeyer, Archiv für microsc. Anatomie, XI.

keit. Auch kommt die passive Wanderung von Zinnober durch die Gewebe in Betracht¹.

Das Resultat meiner Untersuchung ist daher, dass bei der reconstruirenden Muskelregeneration nach Trauma die Wiederherstellung von Seiten der quergestreiften Faser selbst geschieht und zwar in dem von Neumann zuerst beschriebenen Modus der Knospenbildung, des Auswachsens der verletzten Faser. Für andere Bildungsweisen ergaben sich keine Befunde. Die begleitende Wucherung der zelligen Gebilde des Perimysiums int. findet ihren Ausgang in Constituirung eines narbigen Bindegewebes in dem die neuen, ausgewachsenen Fasern liegen.

Bei dem Frosche restirt noch nach acht Wochen eine deutliche Narbe. Bei einem Meerschweinchen war vier Wochen nach der Verletzung die Narbe nicht sofort aufzufinden, obgleich Excision eines kleinen Muskelstückchens stattgefunden hatte. In beiden Fällen war die Muskelreorganisation fast vollendet. Die Querstreifung war eine deutliche, die Kernmenge hatte fast normalen Zahlen Platz gemacht.

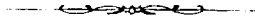
Die Fähigkeit der animalen Faser sich aus sich selbst zu regeneriren dürfte wohl erwiesen sein; ebenfalls dass dieser Modus der Regeneration bei der einfachen Läsion hauptsächlich in Betracht kommt. Die Uebertragung so gewonnener Resultate auf die Muskelregeneration nach complicirten Krankheitsprocessen ist nicht geradezu erlaubt, doch dürfte das von Rindfleisch² constatirte protoplasmatische Wachsthum innerhalb des Sarcolemms bei der Typhusregeneration eine Identität der Vorgänge,

¹ Reitz, Ueber das passive Wand. von Zinn.-körn. durch den thier. Organ. Wien. akadem. Sitz.-Ber. Bd. 57.

² Rindfleisch, Lehrbuch der pathol. Gewebelehre. 1873, p. 630.

wenigstens in den Fällen, wo die ganze Faser nicht zerstört ist, wahrscheinlich machen.

Ob bei Typhus, Trichinose, etc., je nach der Intensität des Processes, die eine oder die andere der aufgestellten Regenerationsweisen zur Geltung kommt, oder gar eine Combination derselben, muss neuen pathologisch-anatomischen Untersuchungen anheim gegeben werden.



10436