

112, 212 6.

Zur Histologie
der
glatten Muskulatur.

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung des Grades eines

Doctors der Medicin

verfasst und mit Bewilligung

Einer Hochverordneten Medicinischen Facultät der Kaiserlichen Universität
zu Jurjew (Dorpat)

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von

Guido Werner,

Livonus.

Ordentliche Opponenten:

Dr. med. A. Lunz. -- Prof. Dr. R. Kobert. Prof. Dr. D. Barfurth.

Jurjew.

Druck von H. Laakmann's Buch- und Steindruckerei.
1894.



Печатано съ разрѣшенія медицинскаго Факультета Императорскаго Юрьевскаго
Университета.

Юрьевъ, 5 Апрѣля 1894 г.

№ 246.

Докладъ: С. Васильевъ.

DEM ANDENKEN

MEINER ELTERN.

2 122472



Ich ergreife gerne die Gelegenheit an dieser Stelle allen meinen hochverehrten Lehrern an hiesiger Hochschule meinen wärmsten Dank auszusprechen. Besonders gilt derselbe Herrn Prof. Dr. Barfurth, bei dem ich längere Zeit stellvertretender Assistent zu sein die Ehre hatte und dem ich das Thema zu vorliegender Arbeit verdanke, wie auch Herrn Prof. E. Kraepelin, zur Zeit in Heidelberg, unter dessen persönlicher Leitung zu arbeiten mir vergönnt war.

Einleitung.

Untersuchungen neuerer Zeit haben gezeigt, dass protoplasmatische Verbindungen zwischen den Zellen mannigfacher Gewebe, teils unter sich, teils mit Zellen anderer Gewebe häufig vorkommen. Ein Literaturverzeichnis, welches wir über diesen Gegenstand in einer Dissertation von Klecki²⁴⁾ finden, weist eine stattliche Reihe von Autoren auf, welche sich mit dieser Frage beschäftigt haben; ihnen reihen sich in neuester Zeit Untersuchungen von M. Heidenhain¹⁹⁾ und Schuberg⁵³⁾ an.

M. Heidenhain constatirte einen direkten organischen Zusammenhang zwischen glatten Muskelzellen und Epithelzellen im Ausführungsgang der Hautdrüsen von Tritonen, welcher durch Interellularbrücken besorgt wird, und Schuberg wies in seiner neuesten Arbeit: «Ueber den Zusammenhang verschiedenartiger Gewebezellen im tierischen Organismus» das Bestehen direkter Protoplasmaverbindungen zwischen den Elementen mannigfacher Gewebe bei verschiedenen Kaltblütern nach. Er fand solche Verbindungen zwischen Epithel- und Bindegewebeelementen, zwischen quergestreiften und glatten Muskelfasern einerseits und Epithel- und Bindegewebszellen andererseits etc.,

die dergestalt innig waren, dass die Zellen des einen Gewebes direkt in Ausläufer der Zellen des anderen übergehen.

Doch nicht nur Elemente verschiedener Gewebe sind derartig unter einander verbunden, sondern, wie schon oben angedeutet, zeigen auch gleichartige Zellen diese Erscheinung und ist der Nachweis derselben bei verschiedenen Geweben gelungen.

Für die glatte Muskulatur sind diese Zellbrücken zuerst von Kultschitzky²⁸⁾ und Barfurth³⁾ an verschiedenen Stellen nachgewiesen worden. Spätere Arbeiten von Klecki²⁴⁾, De Bruyne⁸⁾ und Nicolas²⁹⁾ bestätigen im wesentlichen diese Befunde, wenn sie auch in nicht unwichtigen Einzelheiten von ersteren Autoren abweichen. Insbesondere gehen die Ansichten genannter Autoren in der Frage nach der Bedeutung und näheren Beschaffenheit dieser Bildungen auseinander. So ist bis heute noch nicht endgültig entschieden, ob es sich um leistenartige Vorsprünge oder um dornartige Hervorragungen handelt, da beide Ansichten ihre Vertreter gefunden haben. Ebenso wenig wissen wir sicher, welchen Zwecken die durch diese Brücken zwischen den Zellen gebildeten Räume zu dienen haben.

Es war daher von Interesse noch Material zu sammeln, um über die Häufigkeit des Vorkommens der Zellbrücken in der glatten Muskulatur bei verschiedenen Tierklassen und in verschiedenen Organen sicherere Kenntnis zu haben, andererseits eventuell der Kenntnis über die Natur der Interzellularräume näher zu treten und zu erfahren, ob die protoplasmatischen Verbindungen allein den Zusammenhang der Muskelemente besorgen,

oder ob und in wie weit andere Gebilde dabei beteiligt sind.

Auf Prof. Barfurth's Vorschlag habe ich nun versucht zur Beantwortung dieser Fragen einiges Material zu liefern. —

Historisches.

Ein halbes Jahrhundert nach Leeuwenhoek's Entdeckung der Muskelfasern bestand die Anschauung dieses Forschers noch zu Recht. Leeuwenhoek teilte die Muskulatur in eine organische und animalische ein. Eine verschiedene Anordnung der Elemente war auch ihm schon aufgefallen, ohne dass es ihm möglich gewesen wäre beim primitiven Zustande der damaligen optischen Hilfsmittel feinere Unterschiede zu entdecken.

Eine Querstreifung, welche zuerst an Insektenmuskeln beobachtet wurde, glaubte man auf diese beschränkt.¹⁾ Erst allmählig gelang es dieselbe auch bei Wirbeltieren und dem Menschen zu entdecken. Man unterschied jetzt eine glatte und eine quergestreifte Muskulatur.

Die Elemente der glatten Muskulatur hielt man für lange, viele Kerne enthaltende Bänder und liess sie, wie die quergestreiften Muskeln, durch Verschmelzung vieler aneinander gereihter Zellen entstehen. Im Jahre 1847 zeigte Kölliker, dass die Elemente der glatten Muskulatur sich wesentlich von denen der quergestreiften Muskeln unterscheiden; er nannte sie «contractile Faserzellen». Diese Ansicht wurde bald allgemein als richtig

1) cfr. Xavier Bichat, *Anatomie générale*. 1830. pg. 313.

anerkannt, wozu die Arbeiten von Reichert, Moleschott und Weismann durch Auffindung von Reagentien, der Salpeter- und Salzsäure von 20 % und des Kali causticum von 35 %, mit Hilfe derer die Fasern isolirt werden konnten, nicht wenig beitrugen.

Nichtsdestoweniger hält noch Mazonn³⁵⁾ die Faserzellen für Kunstprodukte und die stäbchenförmigen Kerne derselben für eine Täuschung, welche durch stellenweises Auseinanderweichen zweier Fasern und dadurch entstandene Lücken veranlasst werden solle. Diese Ansicht, die wol nicht viele Anhänger gefunden haben dürfte, verschwand wol sehr bald und heute zweifelt Niemand mehr daran, dass die Elemente der glatten Muskulatur die von Kölliker beschriebenen Faserzellen sind.

Die Untersuchung der Verbindung dieser Elemente unter einander hat seit längerer Zeit eine Anzahl von Forschern beschäftigt und besonders in den letzten Jahren erhöhtes Interesse hervorgerufen, als es gelang stellenweise die Existenz eines protoplasmatischen Zusammenhanges der Zellen unter einander nachzuweisen.

Eine Anzahl meist älterer Arbeiten, welche sich auf Zellverbindungen der Muskelfasern beziehen, haben grösstenteils die Art der Verbindung der einzelnen Muskelelemente zu Bündeln, Platten, Geflechten u. s. w. zum Gegenstande. Ein Verzeichnis dieser Literatur findet sich in der Dissertation von C. Klecki.

Die Art der intimeren Verbindung der Muskelzellen, die Verbindung der einzelnen Zelle mit der Nachbarzelle, hat ebenfalls eine grosse Anzahl von Forschern beschäftigt. Diese kann nach unseren jetzigen Anschauungen auf verschiedene Weise zu Stande kommen: 1) mit Hilfe einer

Kittsubstanz, 2) mit Hilfe von Bindegewebe und 3) mit Hilfe protoplasmatischer Verbindungen. Selbstverständlich können mehrere dieser Verbindungsarten neben einander zugleich bestehen. Welche von ihnen aber die vorherrschende ist, lässt sich zur Zeit noch nicht sagen und die Ansichten der Autoren weichen in diesem Punkte beträchtlich von einander ab.

Margo³³⁾ giebt an, elastische Fasern gesehen zu haben, welche oft durch Anastomosen ein Netzwerk bilden, in dessen Maschen die Fasern liegen.

v. Recklinghausen⁴⁶⁾ ist der Erste, der bei der glatten Muskulatur eine «Kittsubstanz» auffand. Er schloss aus der Silberreaction auf die Existenz einer solchen Substanz zwischen den einzelnen Zellen.

Nach ihm ist Schwalbe⁵⁴⁾ zur selben Anschauung gekommen. Dieser Forscher, welcher hauptsächlich die isolirten glatten Muskelfasern der Harnblase des Hundes studirt, findet, dass eine hyaline Kittsubstanz die Vereinigung der Muskelzellen besorgt.

Arnold¹⁾ sagt: «Die contractilen Faserzellen werden durch Kittsubstanz zu Bündeln oder Membranen von wechselnder Dicke vereinigt. Die gegenseitige Verbindung der Fasern geschieht in der Art, dass zwischen mit ihren spindelförmigen Mittelstücken sich anliegende Fasern zwei oder mehrere mit ihren Enden hereingreifen». «Die Menge der Kittsubstanz ist bald eine sehr spärliche, so dass sich die Fasern berühren, oder nur durch ganz schmale Kittleisten von einander getrennt werden, bald eine massigere»

Zu einem ähnlichen Resultat ist Verson⁶⁰⁾ gekommen. Er beschreibt die Muskularis des Dünndarms

und findet, «dass die einzelnen Muskelfasern im Muschelschlauch des Darmes durch Kittsubstanz aneinander gehalten werden. Grössere Bündel solcher sind von Bindegewebe umschlossen, welches auf Querschnitten die Muskelsubstanz theils in zahlreiche gleich grosse Felder, theils in stärkere durch die ganze Dicke der Muskelhaut greifende Fächer zerfallen lässt».

Ebenso widmet Watney⁶¹⁾ in einer den Verdauungscanal behandelnden Arbeit der Muskularis des Darmes besondere Aufmerksamkeit. Er sagt auf pag. 452: «The mucous membrane of the intestine is pervaded everywhere by a reticulum similar to, and continuous with that found in the follicles of Peyer's patches. This reticulum is situated among all the other elements which are contained in its meshes. This is true of the epithelial cells, the muscle fibres Thus each muscle fibre is ensheathed in a reticulum» . . . Weiter auf pag. 463 sagt er: «The reader will notice, that the reticulum must be considered not only as a network of threads, but as forming, to some extent, membranous investments. Thus the muscle fibres have membranous coverings, which are continuous with and are really part of the reticulum».

Schäfer⁵¹⁾ empfiehlt in seinem Lehrbuch der Histologie die Anwendung von Silbernitrat, welche Reaction die Kittsubstanz vorzüglich sichtbar mache und die Grenzen der Zellen sehr deutlich hervortreten lasse. Ein bindegewebiges Maschenwerk um die einzelnen Zellen hat der englische Autor nicht sehen können.

Auch Ranvier⁴¹⁾ empfiehlt das Argentum nitricum zur Darstellung der Kittsubstanz zwischen den Muskel-

fasern; er sieht die Silberreaction als beweisend an für die Existenz einer Inter-cellularsubstanz und demonstriert letztere an der Blase des Frosches und dem Dünndarm des Hundes. Das Bindegewebe umgiebt die Bündel der glatten Muskulatur. Er sagt darüber auf pag. 531: «Lorsqu'elles constituent des faisceaux distincts, ces faisceaux sont entourés de tissu conjonctif absolument comme les faisceaux primitifs des muscles striés.»

Einen interessanten Befund macht Leydig³⁰⁾ bei Untersuchung von Muskelfasern der Hirudineen. Er sagt darüber, wie folgt: «Häufig bei unversehrt bleibender Spindelform verbinden sich die nebeneinander herziehenden Muskeln von Stelle zu Stelle durch zarte Querbrücken». Solche Querbrücken zeichnet Leydig (Tafel IV, Fig. 69) an Muskelfasern von *Aulocostomum nigrescens*. Diese Angabe dürfte wol die erste über protoplasmatische Verbindungen zwischen Muskelfasern sein.

Toldt⁵⁹⁾ spricht sich in seiner Gewebelehre nicht näher über die Natur der verbindenden Substanz der Muskelfasern aus: er findet nur, dass die Verbindung derselben eine sehr innige ist, so dass ein Zerzupfen nur nach Anwendung verschiedener Reagentien möglich ist. «Eine Zellmembran oder überhaupt eine differenzierte Umhüllungsschicht auf ihrer Oberfläche konnte bis jetzt nicht nachgewiesen werden.»

Nach Lawdowsky²⁹⁾ werden die Muskelzellen durch reichliches Cement mit einander verbunden. Eine grosse Anzahl solcher Muskelemente wird von einer Bindegewebshülle umschlossen, von welcher Scheidewände ins Innere des Bündels ausgehen, welche jedoch immer

noch eine ganz beträchtliche Zahl von Elementen umschliessen (pag. 279).

Stöhr⁵⁸⁾ sagt: die glatten Muskelfasern sind durch eine strukturlose Kittmasse sehr fest miteinander verbunden. Bindegewebige Scheidewände finden sich nur in grösseren Abständen.

Nach Gruenhagen's¹⁷⁾ Ansicht gehört die Kittsubstanz zu den charakteristischen Merkmalen des glatten Muskelgewebes; diese verklebt die einzelnen Elemente jenes Gewebes untereinander und die scharfen, die Zellen von einander scheidenden Grenzcontouren sind nur durch ihre Anwesenheit bedingt. «Auf feinen Querschnitten giebt sich die Kittsubstanz als zartes intercelluläres Netzwerk zu erkennen, in dessen unregelmässig polygonalen Maschen entweder die Querscheiben der kernhaltigen oder derjenigen der kernlosen Zellabschnitte eingeschlossen liegen. Die Balken des Netzwerkes können verhältnissmässig weit von der geschrumpften Zellsubstanz abstehen.» (pag. 28).

Zu einer vollständig entgegengesetzten Anschauung ist Kultschitzky²⁸⁾ gekommen. Seiner Ansicht nach «trägt die sogenannte Kittsubstanz etwas Mythisches an sich und stellt einen schwachen Punkt der modernen Histologie dar». Die Silberreaction ist nach Kultschitzky's Meinung für die Kittsubstanz nicht beweisend, dagegen konnte er sich bei der Untersuchung der *Muscularis externa* des Hundedarmes davon überzeugen, «dass die einzelnen Zellen der glatten Muskulatur nicht durch eine Kittsubstanz verbunden sind, sondern mittelst kleiner protoplasmatischer Brück-

chen aneinander haften, und dass zwischen den Zellen Intercellularräume übrig bleiben».

Eine ähnliche Angabe macht Busachi⁹⁾, der die Hypertrophie und Regeneration der glatten Muskelfasern an stenosirten Därmen vom Kaninchen, Meerschweinchen und Hunde studirte. Er constatirte, dass verschiedene Eigenschaften der normalen Muskelfasern an den hypertrophischen besser hervortreten und fand bei ihnen spezifische Zellbrücken. «Die Ränder der Fasern», sagt er, «sind nicht regulär, wie man bis vor kurzem noch beschrieb, sondern bieten in markirter Weise die neuerdings von Kultschitzky beschriebene Eigentümlichkeit dar, das heisst, sie sind wellenförmig und reich an sehr zarten Flimmerhaaren, die sich mit gleichartigen Gebilden der benachbarten Elemente verbinden und so Flimmerräume bilden, ähnlich den von Bizzozero an Pflasterepithelien beschriebenen».

Basch⁵⁾ und R. Reidenhain²⁰⁾ finden in den Dünndarmzotten Bindegewebe, welches sich um Muskelbündel oder einzelne Fasern zu röhrenförmigen Scheiden verdichtet. Für andere Stellen, z. B. die Muscularis mucosae wird dieses Verhalten nicht zugegeben, da, wie Heidenhain sagt (pag. 32) «innerhalb derselben Bindegewebe zwar nicht fehlt, aber doch weniger vertreten ist».

Nach Kölliker's²⁵⁾ Ansicht vereinigen sich die muskulösen Faserzellen unter Mitwirkung «eines nicht unmittelbar zu beobachtenden Bindemittels oder von zartem Bindegewebe» zu platten oder rundlichen Strängen. Diese Stränge, die Bündel der glatten Muskulatur, vereinigen sich dann mit Hülfe von bindegewebigen Hüllen und feinen

elastischen Fasern, einer Art Perimysium, zu grösseren Abtheilungen.

J. F. Heymans²³⁾, der ebenso wie Leydig Untersuchungen an Hirudineen anstellte, fand im Verdauungstractus derselben ebenso wie genannter Forscher die Muskelfasern durch Querbrücken verbunden. Die glatten Faserzellen waren abgeplattet, lang und ziemlich weit voneinander entfernt; sie waren in ihrem ganzen Verlauf mit Seitenästen versehen und verzweigten sich an ihren Enden. Auf diese Weise bildeten die Muskelzellen, — aber nur die der Längsfaserschicht, — ein zusammenhängendes contractiles Netz.

Barfurth³⁾ konnte nach eingehenden Untersuchungen an verschiedenen Stellen in der glatten Muskulatur Intercellularbrücken nachweisen. Er fand sie bei der Katze in der äusseren Muskelschicht des Magens, in der Längs- und Ringmuskulatur am Duodenum, Dünndarm und Dickdarm, sowie in der Längs- und Ringmuskulatur der Flexura sigmoidea des Menschen. Ausser den Zellbrücken findet sich aber noch Intercellularsubstanz. Barfurth sagt darüber auf pag. 45: «An der Oberfläche (dem Rindentheil, Ectoplasma) der Muskelzellen erheben sich langgestreckte, niedrige Leisten, die mit entsprechenden Bildungen anstossender Muskelfasern direkt zusammenstossen; zwischen ihnen liegen langgestreckte, anastomosirende Intercellularräume, die ein vielfach verzweigtes Canalsystem darstellen. Die Kittsubstanz zwischen den Muskelfasern ist sehr reducirt und kleidet in dünner Schicht die Intercellulargänge aus.» Erwähnt sei hier noch, dass Kultschitzky, der die Zellbrücken kurzweg als «kurze protoplasmatische Brück-

chen» bezeichnete, sich nach mündlicher Aeusserung auf dem Berliner Congress 1890 der Ansicht Barfurth's inbetreff der Leistenatur der Zellbrücken anschloss. (cfr. Sitzungsberichte der Dorpater Naturforscher-Gesellschaft. Jahrg. 18 pag. 417).

Auch Roule⁵⁰⁾ scheint Zellbrücken gesehen zu haben, wenigstens kann man einen von ihm mitgeteilten Befund dahin deuten; er erklärt sich aber ihr Zustandekommen auf eigentümliche Weise. Die Muskelzellen platten sich seiner Meinung nach aneinander ab und besonders stark an der Stelle, wo sie sich miteinander am engsten berühren, was im Aequator der Zelle der Fall ist. «Il résulte de ce fait, que la surface des fibres déprimées porte souvent des crêtes d'empreinte plus ou moins longues et plus ou moins hautes» (pag. 16). Die Vereinigung der Fasern geschieht durch Kittsubstanz, durch eine «substance conjonctive fondamentale de structure homogène» (pag. 15).

Schiefferdecker und Kossel⁵²⁾ citiren in ihrem Handbuch der Gewebelehre Kultschitzky und Barfurth und sprechen die Vermutung aus, dass wahrscheinlich zusammenliegende Muskelzellen stets auf diese Weise verbunden sind. Ihrer Ansicht nach müssen die vorspringenden Kanten benachbarter Zellen durch eine ausserordentlich geringe Menge einer Kittsubstanz, die bis jetzt noch nicht gesehen worden ist, miteinander verbunden sein.

Klecki²⁴⁾ kommt in einer unter Barfurth geschriebenen Dissertation im wesentlichen zu gleichen Resultaten, wie jener. «In der Muscularis derjenigen Organe, wo die Muskelfasern mit reichliche Lymphspalten enthalten-

dem Bindegewebe durchsetzt sind (Uterus, Blase, Aorta der Katze), sind keine Zellbrücken nachweisbar, ebenso wenig dort, wo die Muscularis sehr dünn ist (Darm von Ratten und Mäusen); dort aber, wo die Muscularis dick und arm an Bindegewebe ist (Darm der Katze), sind Zellbrücken vorhanden». (pag. 9). Klecki findet im Oesophagus von Hunden und Katzen, den er im dilatirten Zustande untersucht, niemals Zellbrücken, ebenso wenig im Darm eines neugeborenen Hundes. Schön ausgeprägt sind sie im Magen, Jejunum, Ileum und Colon von Katzen und Hunden, besonders, wenn diese Organe in contrahirtem Zustande fixiert wurden. Er stellte die Thatsache fest, dass eine Beziehung besteht zwischen Contractionszustand und Höhe der Zellbrücken. Die Existenz einer Intercellularsubstanz zwischen den Muskelzellen hält Klecki für zweifellos. Je ausgebildeter die Kittsubstanz, desto deutlicher sind die Zellbrücken sichtbar.

Bindegewebe, Intercellularsubstanz und Zellbrücken zu gleicher Zeit beschreibt De Bruyne⁸⁾. Dieser Autor widmet der Beschreibung der Verbindung der glatten Muskelfasern einen umfangreichen Artikel. Seine Ansicht darüber fasst er in folgendem Satz zusammen: «même que les ponts existent, les deux autres modes d'union (ciment unissant et réseau conjonctif) coexistent toujours». (pag. 367). Ueberall, wo es glatte Muskulatur giebt, findet sich auch Bindegewebe, welches ein Maschenwerk (keine bindegewebigen Scheiden, wie Basch, Heidenhain, Watney behaupten) um die einzelnen Muskelspindeln bildet und in eine hyaline Kittsubstanz gebettet ist. (pag. 365: Il résulte des mes recherches, que partout où j'ai étudié

le tissu musculaire lisse, je lui ai decouvert une charpente conjonctive noyée dans un ciment unissant plus ou moins abondant).

Die Zellbrücken sind seiner Ansicht nach nicht Leisten, sondern höckerige Hervorragungen, so dass er den Ausdruck « Muskelleisten » Barfurth's nicht acceptirt; er stimmt aber mit Barfurth darin überein, dass es ächte Zellbrücken sind, welche eine ununterbrochene Verbindung zwischen den Fasern, zu welchen sie gehören, herstellen. Mehr oder weniger häufig gefunden hat er sie im ganzen Verdauungskanal, im Uterus, der Harnblase von Mensch, Hund, Katze, Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte. Bei Fischen, Reptilien, Amphibien, Vögeln fehlen sie.

Ein anderer französischer Autor, Nicolas³⁹⁾ veröffentlicht Befunde, welche die Barfurth's zum grössten Teil bestätigen. Seine Untersuchungen bezogen sich auf den Dünndarm verschiedener Amphibien, Reptilien und Säugetiere, ausserdem auf den musculus orbito-palpebralis vom Menschen und der Katze. In letzterem, sowie im Darm der Katze, der Ratte und der Fledermaus konnte er das Vorkommen von Zellbrücken constatiren. Bei Amphibien hat er sie nie gefunden, unter den Reptilien nur bei *Emys lutaria*. Auch seiner Ansicht nach handelt es sich bei den Säugetieren um Muskelleisten, bei der Schildkröte jedoch sind es Spitzen oder dornartige Fortsätze, welche sich unregelmässig auf der Zelloberfläche erheben (pag. 42: Les fibres lisses sont unies entre elles, non pas par des crêtes courant sur toute la longueur de la fibre, mais par des piquants, par de véritables épines, qui hérissent irrégulièrement la surface des cellules).

Auch Disse⁴¹⁾ bestätigt die Angaben Barfurth's.

Rawitz⁴⁴⁾ dagegen scheint die Zellbrücken nicht zu kennen. Die Aneinanderlagerung der glatten Muskelfasern wird seiner Ansicht nach nicht durch Bindegewebe bewerkstelligt, welches zwischen den einzelnen Fasern läge, sondern durch eine «feine Kittsubstanz,» welche die einzelnen Zellen eng aneinander befestigt.

Diese Kittsubstanz will auch Nicoglu³⁸⁾ in der Muskulatur der Hautdrüsen von Amphibien nachgewiesen haben. Er imprägnirte diese Gebilde mit Silber und erhielt wirkliche Kittlinien.

In vorliegenden Zeilen habe ich es versucht in chronologischer Reihenfolge die Entwicklung der Ansichten über die uns hier interessirenden Dinge zu geben. Man wird daraus mit Leichtigkeit ersehen können, dass auf diesem Gebiet eine Einigung der Autoren durchaus noch nicht erzielt worden ist. Die Frage nach der Natur der Verbindung der glatten Muskelfasern unter einander ist demnach noch als eine nur zum Teil gelöste zu betrachten und eine vollständige Klärung derselben bleibt nach weiteren Untersuchungen vorbehalten.

Es sei mir gestattet einen kleinen Beitrag zur Lösung dieser Frage zu liefern.

Eigene Untersuchungen.

1. Methoden und Versuche.

Die Entnahme der Organe aus dem lebenden Tier wurde genau nach dem von Klecki beschriebenen Verfahren vorgenommen. Die Darmstücke wurden ebenfalls mit der Fixierungsflüssigkeit durchspült und dann entweder nach Unterbindung beider Enden mit derselben Flüssigkeit prall gefüllt oder einfach ohne Injection des Lumens in die Flüssigkeit gebracht. Das aus dem Magen herausgeschnittene Stück wurde auf einen Korkring aufgespannt in die Fixierungsflüssigkeit gebracht; die Blase wurde entweder in toto injicirt oder herausgeschnittene Stücke derselben der Fixirung unterworfen; der Oesophagus wurde ebenfalls nach Unterbindung mit Flüssigkeit gefüllt oder leer der Fixierungsflüssigkeit übergeben, wobei derselbe bei grösseren Tieren allein, bei den kleineren zusammen mit der Trachea hineingebracht wurde. Beim Uterus wurden kleine Stücke der Wand entnommen und fixirt. Alle Organe wurden noch lebenswarm in die Fixierungsflüssigkeit gebracht.

Als Fixierungsflüssigkeit wurde nach dem Beispiel Barfurth's und Klecki's, wo bei mir nicht besondere Intentionen vorlagen, fast stets das Flemming'sche Chromessigsäuregemisch verwandt. Andere Flüssigkeiten, wie die Chromessigsäure mit Sublimat 2:1,

Sublimat nach Heidenhain oder Bizzozero, mit welchen ich einige Proben anstellte, erwiesen sich als der Chromessigsäure nicht gleichwertig.

Neuerdings ist von F. Blum⁶⁾ eine neue Härtingsflüssigkeit, das Formol, sehr empfohlen worden. Formol ist die 40 %ige Formaldehydlösung, welche zum Gebrauche zehnfach mit Wasser verdünnt wird. Nach Blum werden selbst grössere Gewebestücke rasch und ohne Schrumpfung gehärtet. Ich habe versuchsweise kleine Stücke des Hundedarmes mit diesem Reagens behandelt. Die Stücke blieben von drei Stunden bis zu drei Tagen in der Fixierungsflüssigkeit, die Resultate waren aber nicht sehr glänzende. Die Epithelien waren stark gequollen und die Becherzellen fielen ganz besonders durch ausserordentliche, glasige Quellung auf; die Gewebe der Zotten waren schlecht differenzirt; die Muskelfasern hatten ein eigentümlich körnig hyalines Aussehen angenommen, die Protoplasmastructuren waren verwischt und die Zellen stark geschrumpft. Zellbrücken waren nur sehr vereinzelt gut erhalten, Kerne sind kaum zu sehen. Die Tinctionsfähigkeit der Gewebe war gut. Die Gewebestücke, welche längere Zeit mit der Flüssigkeit in Berührung gekommen waren, zeigten vor den nur kurze Zeit behandelten keine bessere Fixirung. Für den Darm ist also meines Erachtens das Formol nicht zu empfehlen.

Was die Dauer der Einwirkung der Chromessigsäure auf die Präparate anbetrifft, so habe ich im Allgemeinen etwas kürzere Fristen angewandt, als Klecki. Dieser liess dieselbe 9—10 Tage lang einwirken, erst dann waren seiner Meinung nach die Präparate gut durch-

drungen. Ich unterwarf zartere Organe (Darm, Blase von Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte) einer nur acht- bis zwölfstündigen Behandlung, während ich mich bei Objekten mit dickerer Muscularis — um welche es sich bei Klecki handelt — mit einer vierundzwanzigstündigen bis zweitägigen Behandlung begnügte. Am schwersten imbibirte sich die Muscularis und leistete auch beim Entsäuren den grössten Widerstand. Präparate, die ich wie Klecki 10 Tage lang in der Fixierungsflüssigkeit liess, mussten mindestens 3—4 Tage lang entsäuert werden. Die Gewebe aber einer so langen Einwirkung von Wasser auszusetzen scheint mir nicht unbedenklich; sie schienen mir auch nicht besser fixirt als bei zweitägiger Behandlung, dagegen hatte die Tinctionsfähigkeit stark gelitten; dieses gilt wieder besonders von der Muscularis, welche bei guter Tinction der übrigen Gewebe schwach oder gar ungefärbt blieb, wol ein Zeichen, dass die Entfernung der Säure nicht vollständig gelungen war.

Die Entsäuerung geschah bei allen Präparaten zuerst in fliessendem Wasser, dann in destillirtem in der Wärme bei ca 30°; die Dauer derselben richtete sich einigermassen nach der Länge der Fixierungszeit.

Die Färbung geschah meistens mit wässerigem Boraxcarmin nach Grenacher, welches eine zarte und schöne Protoplasmafärbung giebt; wo es mir aber daran lag eine nüancirte Tinction der verschiedenen Gewebe zu erhalten, genügte das Carmin nicht vollständig. Ich versuchte es daher mit verschiedenen Farbstoffen und Farbgemischen.

Das Ehrlich-Biondische Gemisch (Zusammensetzung siehe Heidenhain²⁰⁾ pag. 40) in Gestalt

einer Lösung des von Grübler bezogenen Pulvers ca. 1 : 3000, gab schöne Tinction. Leider musste ich aber hiermit dieselbe unangenehme Erfahrung machen, wie sie schon Löwit³²⁾ und Smiechowski⁵⁶⁾ vor mir gemacht haben, dass nämlich die Farbenbeständigkeit dieses Gemisches eine nur sehr geringe ist, indem die Tinction schon nach einigen Tagen stark abgeblasst und nach einiger Zeit fast verschwunden war.

Auch Picrocarmin nach Ranvier oder Hoyer erwies sich als nicht besonders vorteilhaft, denn einerseits entweicht die Picrinsäure rapide aus den Geweben, andererseits gestattet die strohgelbe Färbung des Protoplasma keine Untersuchung bei Lampenlicht, auf welches ich der Jahreszeit wegen zum grössten Teil angewiesen war.

Sehr zu empfehlen dagegen ist die Heidenhainsche²¹⁾ Haematoxylinfärbung, welche wirklich wunderschöne Bilder liefert. Ich benutzte anfänglich das Verfahren, wie es bei Rawitz⁴³⁾ angegeben ist, erhielt damit aber nur sehr schlechte Resultate, da das ganze Objekt gleichmässig tiefschwarz gefärbt war und keine feineren Structurverhältnisse erkennen liess. Rawitz giebt eine viel stärkere Concentration der Farblösung und viel längere Einwirkungsdauer an, als der Schöpfer dieser Methode, wodurch die starke Ueberfärbung der Schnitte leicht verständlich wird. Wenn man dieselben nach Heidenhain auf 12—24 Stunden in eine wässrige Lösung von Haematoxylin ($\frac{1}{3}$ %) und darauf auf ebenso lange Zeit in eine Lösung von Kalium chromicum flavum ($\frac{1}{2}$ %) bringt, so zeigen «feine Schnitte eine graublaue Färbung, reine Kerntinction und ausgezeichnete Tinction der Proto-

plasmanetze.» Nach meinen Erfahrungen ist diese Methode also sehr zu empfehlen.

Zwei Modifikationen der Golgi'schen Silbermethode, welche von A. Böhm⁷⁾ und A. Oppel⁴⁰⁾ ersonnen worden sind, um spezifische Fasernetze in der Leber und Milz nachzuweisen, wandte ich, und zwar mit gutem Erfolge, auch beim Darm an.

A. Böhm legte frische Gewebestücke (Leber) von etwa 1 ccm Grösse auf zweimal 24 Stunden in eine $\frac{1}{2}$ % -ige Chromsäurelösung und aus dieser auf dreimal 24 Stunden in eine $\frac{3}{4}$ % -ige wässrige Höllensteinlösung, worauf dieselben einige Stunden in destillirtem Wasser ausgewaschen und dann in Alcohol gehärtet wurden.

A. Oppel benutzte schon in Alcohol gehärtete Objecte, welche er 24 Stunden lang mit einer $\frac{1}{2}$ % -igen wässrigen Lösung von Kalium chromicum flavum behandelte, dann mit einer sehr schwachen Lösung von Argentum nitricum abspülte und darauf auf 6—24 Stunden in eine $\frac{3}{4}$ % -ige Silberlösung legte.

Die Resultate beider Methoden sind sich ziemlich gleich, nur dass die zweite den Vorteil eines geringeren Zeitaufwandes hat (statt 5 nur 2 Tage), weshalb ich meist die letztere anwandte.

Eine ausserordentlich complicirte Methode zur Darstellung elastischer Fasernetze wird von Martinotti³⁴⁾ angegeben. Die frischen Gewebestücke, von der Grösse von etwa 2—3 ccm, kommen zunächst auf 24 Stunden in eine 2 % -ige Lösung von Acidum arsenicosum, dann auf 5—15 Minuten in Müller'sche Flüssigkeit und endlich in eine Silberlösung, welche folgendermassen hergestellt wird: 2.0 Gramm Argentum nitricum werden in 3 ccm

destillirten Wassers gelöst, dazu 15—20 ccm sehr reinen Glycerin's von 30° gebracht und beides gut gemengt. In dieser Lösung bleiben die Objecte 1—2 Tage, werden dann kurz in destillirtem Wasser abgespült und schliesslich in Alcohol gehärtet.

Letztere Methode scheint die Gewebe nicht so vollkommen zu fixiren, wie die beiden vorhergehenden, bringt aber die spezifischen Fasernetze schön zur Darstellung.

Ausserdem habe ich eine Reihe von Verfahren angewandt um die Intercellularräume der glatten Muskulatur des Darmes zu injiciren. Es wurden zunächst Injectionen mit Berlinerblau versucht, welche mittelst einer Pravaz'schen Spritze durch direkten Einstich in die Muscularis ausgeführt wurden. Um die Interstitien zwischen den Zellen zu vergrössern, erzeugte ich künstliche Stauung in einer Darmschlinge, welche durch Strangulation derselben hervorgerufen wurde. Ich nahm an einem Hunde die Eröffnung des Abdomens vor, zog eine Darmschlinge hervor und stenosirte sie durch eine doppelte Unterbindung. Die Wunde wurde durch Nähte geschlossen. Nach 36 Stunden tötete ich das Tier und nahm die Injection in die strangulirte Darmschlinge vor.

Ausser diesen Methoden versuchte ich ein von A. Henle²²⁾ modificirtes Altmann'sches Corrosionsverfahren um die Interstitien zu imbibiren. Henle brachte frische Hautstücke für mehrere Tage in eine Mischung gleicher Teile Olivenöl und starken Alcohols mit etwas Aether und dann in Ueberosmiumsäure (1 %). Er erzielte damit gute Resultate, da die Intercellularräume im Stratum mucosum gut imbibirt waren und das eingedrungene geschwärzte Fett sie gut hervortreten liess.

Henle bewies damit den Zusammenhang dieser Interzellulargänge mit dem Lymphsystem. Es gelang mir jedoch nicht vermittelt dieser Methode die ausserordentlich viel feineren Räume zwischen den Muskelzellen der Darm-muscularis zu imbibiren und da ich diesen Misserfolg zum Teil der schnell fixirenden Eigenschaft des Alcohols zuschrieb wandte ich auf Prof. Barfurth's Rat ein anderes Verfahren an. Frische noch lebenswarme Darmstücke von ca 1—2 cm Durchmesser wurden 4 Stunden lang in reinem Oel im Thermostaten bei 37° gehalten, darauf auf ungefähr 12 Stunden in Flemming'sche Lösung und schliesslich auf einige Stunden (4—6) in Chromessigsäure gebracht. Es wurde also damit eine Fixirung erst nach der Anwendung des Fettes bewerkstelligt, Was ich mit diesem Verfahren erreichte, werde ich später mittheilen.

2. Mikroskopische Befunde und Ergebnisse.

In erster Linie unterwarf ich eine Reihe von Organen mit glatter Muskulatur einer Untersuchung auf etwa vorkommende Zellbrücken. Ich untersuchte verschiedene Organe mehrerer Tierklassen. Von den Raubtieren wurden untersucht Organe vom Iltis (*Mustela putorius*), ferner der Oesophagus und die Blase vom Hunde und der Katze, in welchen letzteren Untersuchungen von Klecki keine Zellbrücken konstatiren konnten, so wie Organe eines neugeborenen Hundes und Kätzchens. Von den Nagetieren untersuchte ich: Kaninchen, Ratte und Meerschweinchen und endlich als Repräsentant der Insektenfresser den Igel (*Erinaceus europaeus*) (die Organe einer

Spitzmaus, die mir zur Verfügung standen, erwiesen sich als nicht genügend conservirt). Im Folgenden sollen die Ergebnisse meiner Untersuchungen, welche an einer grossen Anzahl von Präparaten vorgenommen wurden, kurz wiedergegeben werden:

Iltis. Im Magen zeigen die ziemlich mächtigen Muskelzellen der verschiedenen Schichten der Muscularis nur vereinzelte niedrige Zellbrücken.

Im Dünndarm finden sich deutliche Zellbrücken, welche in der Muscularis interna bedeutend reichlicher und deutlicher sind als in der externa. Schnitte vom contrahirten Darm zeigen sie höher und zahlreicher, als solche vom dilatirten.

Ebenso verhält sich der Dickdarm, nur finden wir hier in der bedeutend dickeren Muscularis externa auch sehr zahlreiche Zellbrücken.

In der Blase zeigen die kräftigen Muskelzellen auf Querschnitten schöne Zellbrücken.

Der Oesophagus und die Blase vom Hund und der Katze, welche ich in contrahirtem Zustande untersuchte, zeigten deutliche und schöne Zellbrücken in ihren Muskellagen, während sie nach Klecki im dilatirten Zustande fehlten.

Katze, 18 Stunden alt. Im Oesophagus finden sich reichliche Zellbrücken. Die Muskelzellen der Darm-muscularis unterscheiden sich nicht unwesentlich von denen erwachsener Tiere. Die Querschnittsbilder sind ihrer Grösse nach von einander ausserordentlich verschieden, was wol darauf schliessen lässt, dass die Zellen eines Muskelbündels kürzer sind als beim erwachsenen Tier. Die Muskelbündel sind ebenfalls kleiner als beim

erwachsenen Tier, d. h. sie enthalten weniger Zellen, so dass die grossen Bindegewebszüge weniger zahlreiche Faserzellen umschliessen. Diese zeigen deutliche Zellbrücken, welche stellenweise sogar ungewöhnlich hoch und schmal sind.

Die contrahierte Blase zeigt ebenfalls schöne Zellbrücken.

Hund, 24 Stunden alt. Der Darm zeigt ein dem vorigen ähnliches Verhalten, ebenso finden sich im Oesophagus und der Blase deutliche Zellbrücken.

Ratte. Oesophagus, schwach ausgedehnt. Es finden sich spärliche, aber deutlich ausgesprochene Zellbrücken; die grossen Muskelzellen liegen dicht aneinander gelagert und zeigen nur hin und wieder niedrige Zellbrücken, welche am deutlichsten sind in der Muskelschicht, welche direkt unter dem Epithel liegt.

Magen. In der Muscularis externa, interna und media finden sich nicht häufige niedrige Zellbrücken.

Duodenum, ausgedehnt. In der Muscularis interna gut sichtbare Zellbrücken; die sehr dünne externa lässt keine deutlichen Zellbrücken unterscheiden, doch scheinen sie vorhanden zu sein, da der Rand der Zellen fein gezähnt erscheint.

Dünndarm, contrahirt. Die sehr schlanken kleinen Muskelzellen der M. externa und interna zeigen deutliche Zellbrücken.

Dickdarm, in contrahiertem und dilatirtem Zustande untersucht. In der kräftigen Muscularis interna, besonders im contrahierten Zustande, findet man deutliche Zellbrücken, ebenso in der bedeutend schwächeren externa.

Im Eileiter habe ich keine Zellbrücken mit Sicherheit constatiren können, ebensowenig im Uterus.

Kaninchen. Der Oesophagus, welcher in contrahiertem Zustande untersucht wird, zeigt reichliche Mengen deutlicher Zellbrücken.

Duodenum, contrahirt. Die sehr dünne Muscularis externa und interna zeigen deutliche Zellbrücken.

Dünndarm, contrahirt und dilatirt. In beiden Schichten der Muscularis finden sich sehr deutliche Zellbrücken, welche im contrahierten Darm bedeutend reichlicher und höher sind als im dilatirten; hier zeigt auch wiederum die Muscularis interna schönere Zellbrücken als die externa.

Dickdarm, contrahirt. M. externa und interna zeigen deutliche Zellbrücken.

Blase, contrahirt. Die quergetroffenen Fasern zeigen schöne Zellbrücken.

Im Uterus, von dem mir mehrere Exemplare zur Verfügung standen, zwei gravide und mehrere puerperale (16 Stunden post partum und spätere Stadien), fanden sich in letzteren regelmässig Zellbrücken und zwar sah man neben Zellen mit kurzen niedrigen Brücken solche mit ausserordentlich langen, fadenförmigen Fortsätzen. Durch letztere hatten die Zellen eine Art Sternform erhalten.

Meerschweinchen. Die Muscularis des Magens zeigte niedrige aber deutliche Zellbrücken.

Im Dünndarm (contrahirt) finden sich ebenfalls schön ausgeprägte Zellbrücken, besonders in der Muscularis interna.

Die Blase, die in dilatirtem Zustande untersucht wird, zeigt ziemlich spärliche Zellbrücken.

Igel. Duodenum, contrahirt: deutliche Zellbrücken in beiden Schichten der Muscularis; dilatirt: in der Muscularis interna deutliche Zellbrücken, in der externa findet man nur wenige zweifelhafte Zellbrücken. Die Contouren der Muskelzellen sind schwach gezähnt.

Ebenso verhält sich der Dickdarm.

In der dilatirten Blase finden sich stellenweise deutliche Zellbrücken.

Werfen wir jetzt einen Blick auf die ganze Reihe dieser in gedrängter Kürze angeführten Befunde, so werden wir bemerken, dass das Vorkommen der Zellbrücken in verschiedenen Organen mit glatter Muskulatur nichts Ungewöhnliches und keineswegs auf nur wenige Tierklassen oder Organsysteme beschränkt ist.

Es wird uns auch auffallen, dass ein Zusammenhang zwischen dem Contractionszustande der Muskel und dem Phänomen der Zellbrücken bestehen muss, ein Zusammenhang, wie er schon von Klecki richtig hervorgehoben worden ist. Je hochgradiger die Contraction des Muskels, desto ausgeprägter und zahlreicher sind die Zellbrücken. Im schlaffen Muskel findet man sie niedriger und seltener, sie sind vorhanden, weil entweder die Erschlaffung keine vollständige ist, oder aber einzelne Zellen sich doch im Stadium der Contraction befinden. In einem prall gefüllten Organ, wie z. B. der Blase oder dem Darm, wo durch den starken Druck die Contraction der Zellen vollständig paralysirt wird, vermisst man fast regelmässig die Zellbrücken und findet die Muskelzellen mit vollständig glatten Contouren dicht einander gelagert.

Klecki demonstriert diesen Einfluss des Contractionszustandes an der Hand eines Gummimodells (l. c. Fig. 6 u. 7) und findet, dass bei zunehmender Contraction sowol die Höhe als auch die Breite der Leisten zunimmt. Andererseits ist es auch leicht ersichtlich, dass bei sehr starker Dehnung oder bedeutendem Druck die Leisten ganz verschwinden können. So erklären sich die negativen Befunde, welche Klecki am Oesophagus, der Blase und dem Darm des neugeborenen Hundes gemacht hat, am einfachsten dadurch, dass er dieselben in dilatirtem Zustande untersuchte; ich unterzog dieselben Organe in contrahirtem Stadium der Untersuchung und konnte regelmässig Zellbrücken nachweisen.

Andererseits dürften die von Barfurth und Klecki mitgetheilten Befunde, dass die Zellbrücken nicht vorkommen in Organen, wo die Muskelfasern von reichliche Lymphspalten enthaltendem Bindegewebe durchsetzt sind (Blase), oder wo die Muscularis sehr dünn ist (Darm von Ratten und Mäusen), dahin zu ergänzen sein, dass sie auch an solchen Stellen vielfach nachweisbar sind, wenn man contrahirte Organe untersucht.

Die sehr dünne Muscularis des Darmes vom Igel, Meerschweinchen, der Ratte, zeigte ein verschiedenes Verhalten der Längs- und Ringmuskulatur, insofern nämlich fast regelmässig der Nachweis der Zellbrücken in ersterer schwerer fiel; wenn man aber die ausserordentliche Dünnhheit derselben bedenkt und ferner in Betracht zieht, dass sie bei Vorbereitung des Darmes zur Untersuchung, theils schon bei der Entnahme dem Tier durch oberflächliche Austrocknung, theils durch spätere Manipulationen zur Fixirung u. s. w. mannigfachen Schädlichkeiten aus-

gesetzt ist, so wird man leicht darin eine genügende Erklärung für diese Erscheinung sehen.

Die dicke Muscularis des Raubtierdarmes unterscheidet sich inbezug auf ihre zelligen Elemente von der der anderen von mir untersuchten Tiere dadurch, dass die Zellen in ersterer bedeutend grösser sind und demgemäss die Erscheinung der Zellbrücken in bedeutend höherem und deutlicherem Maasse aufweisen, als die Zellen jener anderen Tiere. Häufig sah man bei letzteren nur eine feine Zähnelung des Randes, welche man nur bei gleichzeitigem Vorhandensein von deutlichen Zellbrücken als solche deuten durfte. Diese Zähnelung ist auch von Carlier¹⁰⁾ in der Muscularis des Dünndarmes vom Igel beschrieben worden, wie ich aus einem Aufsatz dieses Autors, welcher während des Niederschreibens meiner Arbeit in meine Hände gelangte, ersehen kann.

Im Magen waren regelmässig nur niedrige Zellbrücken zu entdecken, was aber leicht verständlich ist, da die Muskularis aus praktischen Gründen in keinem Fall in contrahirtem Zustande fixirt worden war.

Der Uterus zeigte im puerperalen Stadium schöne Zellbrücken und zwar überraschte mich hier die Thatsache, dass die Muskelfasern stellenweise ausserordentlich lange dünne Fortsätze aufwiesen, so dass die ganze Zelle ein sternförmiges Aussehen erhielt (Fig. 2). Es lag nahe hier an Schrumpfungsercheinungen zu denken, doch wäre a priori nicht ganz verständlich, weshalb eine ganze Anzahl von Objecten, mit denselben Reagentien behandelt, wie alle übrigen, plötzlich mit Regelmässigkeit zahlreiche so ausserordentlich geschrumpfte Muskelzellen neben solchen von normalem Verhalten aufweisen sollte.

Ausserdem fanden sich die oben beschriebenen Zellen häufig gerade an solchen Stellen, wo das Reagens am besten herangekommen war. Vielleicht liegt es nahe hier an Resorptionsercheinungen zu denken, welche bei der ausserordentlich schnell vor sich gehenden Involution des Uterus der Nagetiere schon sehr bald (hier also 16 Stunden) nach der Geburt beobachtet werden konnten. Im graviden und ruhenden Uterus habe ich wider meine Erwartung keine Zellbrücken mit Sicherheit constatiren können, was mich um so mehr überrascht, als ich sie an den hypertrophischen Muskelfasern des graviden Uterus mit besonderer Deutlichkeit zu sehen hoffte.

De Bruyne giebt an im Uterus häufig Zellbrücken gesehen zu haben.

Nach seiner Ansicht handelt es sich bei den Zellbrücken nicht um Leisten, sondern um dornartige oder warzenförmige Fortsätze («petits mame-lons»), welche er im Magen des Kaninchens auch an schräg oder längs getroffenen Fasern gesehen hat. Diese Fortsätze gehen in regelmässigen Zwischenräumen von den Fasern aus und verbinden sich mit ebensolchen Gebilden der Nachbarzelle. Ich habe solche Verbindungen nie sehen können, dagegen bin ich den von Klecki beschriebenen Bildern oft begegnet. Klecki fand nämlich an schräggeschnittenen Fasern eine deutliche Streifung des Randes, welche parallel dem Rande in der Längsrichtung der Faser verläuft und seiner Ansicht nach den optischen Effekt der schräggetroffenen Leisten darstellt. Diese Erklärung stimmt mit der Ansicht von Barfurth, dass die an Längsschnitten der Muskelfasern sichtbare

«etwas unregelmässige Längsstreifung» durch das Vorhandensein von Muskelleisten zu Stande kommt, gut überein. De Bruyne dagegen führt diese Erscheinung auf das Vorhandensein eines Bindegewebsnetzes zurück, welches auf der Oberfläche einer Muskelzelle oft eine sehr beträchtliche Ausdehnung erreichen könne. Er giebt an häufig zwischen den Zellbrücken Fasern von Bindegewebe gesehen zu haben, welche ein dichtes Maschenwerk um jede Zelle bilden; dieses sei so dicht, dass sich damit die Annahme von Muskelleisten nicht vereinigen lasse. Sieht man von den schematischen Abbildungen De Bruyne's ab, denen eine Beweiskraft nicht zugemessen werden kann, so liefert er eine Abbildung dieser Verhältnisse ad naturam (l. c. Tafel III, Fig. 5), welche in der That ein ausserordentlich reichliches Netzwerk auf den Muskelzellen erblicken lässt, aber durchaus nicht mit der von Barfurth beschriebenen Längsstreifung identificirt werden kann. Letztere habe ich an den Muskelzellen oft und leicht wahrnehmen können, dagegen ist es mir nicht gelungen die von De Bruyne beschriebenen Verhältnisse in der Form zu Gesicht zu bekommen, wie sie dieser Autor darstellt.

Dagegen fand ich eine andere Beobachtung von De Bruyne bestätigt. Dieser bemerkte nämlich, dass zwischen den querschnittenen Muskelfasern der Darm-muscularis in Präparaten, welche er mit Hämatoxylin gefärbt hatte, eine dunkle Linie sichtbar war, welche in etwa gleichen Abständen von zwei benachbarten Zellen senkrecht zur Richtung der Zellbrücken verlief. Er deutet sie als zum bindegewebigen Netzwerk gehörig, welches seiner Ansicht nach zwischen den Muskelzellen

besteht und die Intercellularbrücken umspinnt. Bei Präparaten, welche ich nach der Heidenhain'schen Methode gefärbt hatte, konnte ich diesen Befund bestätigen*), auch gelang es mir mit Hilfe anderer Methoden diese Verhältnisse noch deutlicher zu machen.

Fig. 1 der Tafel ist nach einem Präparat gezeichnet, welches nach der Böhm'schen Methode behandelt worden war. Man sieht fast durchweg jede einzelne Zelle umkreist von einer dunklen Linie, welche senkrecht zur Richtung der Zellbrücken verläuft. Im Präparat fehlt dieselbe an der Stelle, wo die Reagentien gut eingewirkt haben, also an den Randpartien des Schnittes, so gut wie niemals. Verfolgen wir dieses Netzwerk weiter, so sehen wir stellenweise die Linie zu den Bindegewebs-septen der Muscularis hin verlaufen und in diesen verschwinden. Oft sehen wir dann an solchen Stellen eine sternförmige Bindegewebszelle, wie sie von Arnold beschrieben worden sind, von der die Fasern des Maschenwerkes auszugehen scheinen.

Die oben beschriebene Martinottische Methode lieferte ein ähnliches Bild. Man sieht zwischen den polygonalen Querschnitten der stark geschrumpften Muskelzellen ein schön ausgeprägtes deutliches Netzwerk von dunklen Linien, welches jede einzelne Zelle umspinnt und ziemlich regelmässige Maschen bildet. Auf dem Längsschnitt sieht man die bekannte Silberzeichnung.

Es fragt sich nun, was diese das Maschenwerk bildenden Linien bedeuten, ob sie wie De Bruyne be-

*) Auch andere Färbungen lieferten ähnliche Resultate, wenngleich die Heidenhainsche Färbung die übrigen welche, ich anwandte, an Schärfe und Deutlichkeit entschieden übertraf.

hauptet Bindegewebe darstellen, oder, was ja auch denkbar ist, durch eine Intercellularsubstanz hervorgebracht werden.

Um der Entscheidung dieser Frage näher zu rücken, behandelte ich Stücke der Darmmuscularis, nachdem die Schleimhaut mechanisch entfernt worden war, mit einer schwachen Silberlösung und erhielt, wie schon längst bekannt, ein Bild, in welchem die Umrisse der Muskelzellen deutlich geschwärzt erschienen.

Auf dem Querschnitt waren die polygonalen Felder von deutlich schwarzen Contouren umgeben und ein Längsschnitt wies die langen bogenförmigen Linien zwischen den Muskelspindeln auf. Nach v. Recklinghausen⁴⁶⁾ ist diese Reaktion beweisend für eine Kittsubstanz und eine «merkwürdige» Eigenschaft dieser, mit Hilfe welcher man sie stets nachweisen könne. In der Folge ist es aber einigen Beobachtern aufgefallen, dass die Reaktion doch nicht einwandfrei sei und ich glaube, dass die gemachten Einwände in der That nicht ganz von der Hand zu weisen sind. Schon der Umstand, dass die Concentration oder die Einwirkungsdauer der Silberlösung verschiedene Resultate liefert, ist auffallend. Ich habe mich auch selbst davon überzeugen können, dass die Dicke der Silberlinien in geradem Verhältnis zu beiden oben erwähnten Momenten steht; je concentrirter die Lösung, aus desto dickeren Linien besteht die Silberzeichnung und dauert die Einwirkung sehr lange, so schwärzt sich einfach alles. Es scheint daher, dass es sich hier also vielleicht eher um die Eigentümlichkeit der Silbersalze handelt durch tierische Gewebe reducirt zu werden und an der Luft sich zu schwärzen, als um eine spezifische

Reaktion der Kittsubstanz. So erklärt Schwalbe⁵⁴⁾ das Zustandekommen dieser Erscheinung durch «Reduktion der Silberverbindung durch die auf der Oberfläche der Membran befindliche dünne Flüssigkeitsschicht, die sich in den Furchen zwischen den Zellgrenzen am reichlichsten findet.»

Auch Schweigger-Seidel⁵⁵⁾ meinte keine eigentliche Kittsubstanz annehmen zu müssen. Seiner Ansicht nach sind zwischen den Rändern der nicht verschmolzenen Zellen dünne Schichten einer eiweissartigen Substanz abgelagert, die als Kitt wirke und sich mit Silbersalpeter schwarz färbe. Wird diese durch Abspülen mit 4%-iger Zuckerlösung entfernt, so bilden sich keine oder doch nur sehr feine Netze; es können also keine eigentlichen Kittleisten vorhanden sein. Eine eiweissartige Substanz wird auch von Auerbach⁵⁾ angenommen. Seiner Ansicht nach verdünnen sich die Zellen gegen den Rand hin, so dass sie an den Grenzen Furchen bilden, in welchen Reste des eiweisshaltigen Inhaltes liegen bleiben und das Silber reduciren. Hartmann¹⁸⁾ dagegen nimmt ein aus «elastischen ähnlichen Fasern» bestehendes Netzwerk zwischen den Zellen an, welches sich durch die Silberlösung schwärze. Ebenso wenig kann uns nach Kultschilzky's (l. c.) Meinung die Silberreaktion darüber Aufschluss geben, ob zwischen den Zellen eine eigentliche Kittsubstanz vorhanden sei, welche die Zellen mit einander verklebe, sondern sie beweist nur als unzweifelhafte Thatsache, dass zwischen den Zellen sich eine Substanz befindet, die eine grosse Menge Chloride enthält.

Mitrophanow³⁷⁾, der Untersuchungen am Epithel von Amphibien macht, meint dass das Silber sich auf der Oberfläche der Zellen reducir und diese bräune, von der Kante gesehen aber muss solch' eine versilberte Fläche als schwarze Linie erscheinen. Ihm schliesst sich Robinsky⁴⁸⁾ an. Nach seiner Ansicht gelingt es leicht mit Hilfe der von v. Recklinghausen empfohlenen Methode, indem man mit Silberlösung durchtränktes Filtrirpapier benutzt, auch auf reinem Glase «die schönsten von R. und anderen so schön copirten, überall dargestellten und beschriebenen Saftkanälchen und Lymphgefässe» darzustellen.

Es scheint also diese mikrochemische Reaktion der «Kittsubstanz» für die Existenz einer solchen nicht volle Beweiskraft zu besitzen, wie auch die Isolationsfähigkeit der Zellen durch verschiedene Reagentien nicht imstande ist dieselbe zu unterstützen, denn, während in verschiedenen Fällen beide Eigenschaften vergemeinschaftet vorkommen, so fehlt doch in einigen anderen aus sonst nicht verständlichen Gründen bald die eine, bald die andere Reaction. So z. B. zerfallen feine Sehnen nach Rollet mit Kalk- oder Barytwasser behandelt, zu isolirbaren Fibrillen, weil angeblich die zwischen ihnen befindliche, sie zusammenhaltende Kittsubstanz durch diese Reagentien aufgelöst wird. Die Silberreaction lässt uns hier aber im Stich, da die Präparate sich gleichmässig bräunen und keine Differenzirung, wie z. B. das Epithel zeigen (Robinsky, Kühne); Rollet will in den Sehnen aber sogar chemisch durch Extraction die Kittsubstanz nachgewiesen haben, wieviel eher müsste sie

dann wol durch die äusserst empfindliche Silberreaction nachweisbar sein.

Andererseits zeigt die quergestreifte Muskulatur ebenfalls eine Schwärzung durch Silber (Robinsky), obgleich doch ziemlich allgemein eine Kittsubstanz in derselben nicht angenommen wird. Und endlich zeigen die Endothelzellen der Perichorioiedalräume wol Silberlinien, lassen sich aber durch die betreffenden Chemicalien nicht isoliren.

Doch möge man nun zur Beweiskraft der Silberreaction stehen, wie man wolle, so glaube ich doch, dass wir bei der glatten Muskulatur ohne Annahme einer Kittsubstanz sehr gut auskommen können. Der Zusammenhang der Zellen ist durch die in denselben nachweisbaren Zellbrücken und ausserdem noch auf eine später zu besprechende Weise sichergestellt, während die der Kittsubstanz zugesprochene nutritive Function sehr wol von den in den Lücken höchstwahrscheinlich kreisenden Körpersäften übernommen werden kann. Doch abgesehen von diesen speculativen Gesichtspunkten zwingt uns auch der mikroskopische Befund meiner Ansicht nach nicht zu einer notwendigen Annahme einer Inter-cellularsubstanz. Die Ansicht, dass die aneinander stossenden Brücken zweier Zellen kein Continuum bilden, sondern durch minimale Mengen von Inter-cellularsubstanz miteinander verklebt sind, kann nicht bewiesen werden, da die Zellbrücken auch mit Hilfe von Immersionslinsen nur als von vollständig homogener Beschaffenheit wahrgenommen werden können. Die Kleinheit dieser Bildungen lässt uns heute also noch nichts genaueres darüber sagen. Erwähnt sei nur, dass Flemming¹³⁾ bei der

Untersuchung von geschichteten Epithelien in der Mitte der Brücken keine differenzierte Stelle finden konnte und besonders hervorhebt, dass sich eine solche auch bei den sehr grossen und deutlichen Verhältnissen bei Salamandern nicht constatiren lasse. Wenn es also gestattet ist diese Analogie als einigermaßen beweisend heranzuziehen, so können wir auch bei den Zellbrücken der glatten Muskulatur keine Intercellularsubstanz erwarten, zumal sie ja wie gesagt, optisch nicht nachweisbar ist.

Andererseits behauptet Grünhagen, die Intercellularsubstanz sei ein notwendiges Attribut der glatten Muskulatur, sie sei es, welche die scharfen Contouren der Fasern hervorrufe, sie sei es auch, welche das auf dünnen Querschnitten zu beobachtende Maschenwerk zwischen den Zellen zu Stande bringe. Er weist also der Intercellularsubstanz eine von den Muskelementen relativ unabhängige Stellung an, insofern nämlich seiner Ansicht nach sich dieselbe zwischen den geschrumpften Zellen als regelmässiges Maschenwerk fixiren lässt. Letzteres scheint mir jedoch anderer Natur zu sein.

An der Hand besonderer Methoden (Böhm, Oppel) habe ich die allgemein verbreitete Ansicht näher geprüft, nach welcher das Bindegewebe im glatten Muskel nur eine beschränkte Ausbreitung besässe. Die grossen Bindegewebssepta, welche von der Schleimhaut aus in die Muscularis eindringen, verzweigen sich ausserordentlich stark, stellenweise sogar einzelne Muskelzellen umspinnend, wenn auch in der Regel etwas grössere Gruppen von deutlich erkennbaren Fasern umgeben sind. Diese Fasern scheinen in den Grenzcontouren der Muskelzellen zu verschwinden, jeden-

falls verlieren sie sich in denselben, ohne dass es möglich wäre eine Endigung derselben wahrzunehmen. In Fig. 3 sind diese Verhältnisse illustriert worden. Häufig finden sich auch zwischen den Muskelzellen sternförmige Bindegewebsselemente, welche mit den von Arnold beschriebenen sogen. Sternzellen identisch zu sein scheinen; diese senden ihrerseits reichliche Fasern nach allen Seiten aus, welche sich ebenfalls zwischen den Muskelzellen verlieren. Aber ausser diesem reichlich entwickelten Bindegewebsnetz sehen wir noch die erwähnten schwarzen Linien zwischen den Zellen verlaufen, dieselben welche von De Bruyne als bindegewebiger Natur gedeutet worden sind. Dass sie aber anderer Natur sein müssen, erhellt schon daraus, dass sie vom Silber geschwärzt sind, während das Bindegewebe es nicht ist. Nach Ansicht von Böhm und Oppel kommt diese Eigentümlichkeit den elastischen Geweben zu und genannte Autoren haben diese Methode benutzt elastische Fasernetze in den verschiedensten Organen nachzuweisen. Auch die oben erwähnte Martinotti'sche Methode zur Darstellung elastischer Fasern bestätigt diesen Befund und weist uns das nämliche Maschenwerk zwischen den Zellen auf. Die Linien sind nicht gleichmässig, sondern zeigen in regelmässigen Abständen Unterbrechungen, welche als Durchtrittsstellen der Zellbrücken zu deuten sind und das negative Bild derselben darstellen. Zur Controle unterzog ich Schnitte vom Darm einer Behandlung mit verdünnter Kalilauge und konnte constatiren, dass die Zellgrenzen der Muskelfasern bei Behandlung mit derselben deutlicher wurden und zuletzt, nachdem die Muskelzellen aufgelöst waren, ein deutliches

Netzwerk, welches in seinem Aussehen durchaus einem System von Honigwaben glich, bestehen blieb, und welches die obenerwähnten kleinen, regelmässigen Lücken in ausserordentlich deutlicher Weise zeigte, während von den Zellbrücken nichts mehr zu sehen war.

Das Netzwerk zwischen den Muskelzellen zeigt also, wie man sieht, den angeführten Reagentien gegenüber das Verhalten der elastischen Fasern und ist ohne Zweifel mit dem von Grünhagen beschriebenen und abgebildeten, wie leicht gesehen werden kann, identisch. Andererseits aber glaube ich nach dem Vorhergehenden De Bruyne widersprechen zu müssen, der die Linien zwischen den Muskelzellen auf das vorhandene Netz von Bindegewebsfasern zurückführt. Es handelt sich also wol hier um elastische oder den elastischen nahestehende Gebilde. Das Vorhandensein eines Maschenwerkes schien mir auch von vornherein zweifelhaft, da es dann wol nicht gelänge die Fasern durchweg zwischen allen Zellen nachzuweisen und wir solche Stellen finden müssten, wo dieselben einmal nicht in den Schnitt gefallen waren; man musste also hier an schlauch- oder scheidenförmige Bildungen denken. Diese Annahme wurde durch einen anderen Befund gestützt. An einem Darmpräparate, in welchem durch forcirte Füllung des Lumens infolge von Ueberdehnung die Zellen der Muscularis an vielen Stellen gerissen waren, liess sich leicht sehen, dass die zerrissenen Muskelpartien nicht vollständig von einander getrennt waren, sondern eine Verbindung eigentümlicher Art bestehen geblieben war. Die Teile des contractilen Inhaltes der Faser, welche nach beiden Seiten zurückgeschneilt waren

und häufig an den Rissstellen eine kolbige Anschwellung zeigten, waren durch eine scheidenartige Membran miteinander verbunden (Fig. 4). Dieselbe lieferte bei verschiedener Einstellung die Reihenfolge der Bilder, welche wir bei gewölbten Flächen zu finden gewöhnt sind und musste eine gewisse feste Beschaffenheit besitzen, da in ihr nicht selten Stücke des contractilen Inhaltes, welche von ihrer Verbindung mit der ganzen Faser losgerissen waren, wie in einem Sacke eingeschlossen suspendirt lagen. Zwischen diesen Schläuchen konnte ich nichts wahrnehmen, was als Kittsubstanz angesprochen werden könnte. Wo die Fasern unversehrt geblieben waren, sehen wir dieselben von einer scharfen Contour begrenzt, welche sich an den Rissstellen einfach in die Begrenzung des schlauchförmigen Verbindungsstückes fortsetzt. Wir haben hier also dasselbe Bild, welches von den Autoren bei quergestreiften Muskelfasern nach Durchreissung derselben beschrieben, unter Anderen von Kölliker in der neuesten Auflage seiner Gewebelehre unter Fig. 99 abgebildet worden ist und von ihnen durch das Vorhandensein eines Sarkolemmes erklärt wird. Auf dem Querschnitt sehen wir teils wolerhaltene polygonale Muskelfelder mit scharfen Grenzlinien, teils ein Maschenwerk, wie es oben mehrfach erwähnt worden ist. Die Maschen dieses Netzes sind teils leer, teils mit einer grösseren oder kleineren Menge contractilen Inhaltes gefüllt, je nach der Stelle der Faser, die vom Schnitt getroffen worden ist. Stellenweise sieht man auch Kerne in den sonst vollständig leeren Maschen.

Nach allem Vorhergehenden glaube ich behaupten zu dürfen, dass auch bei der glatten Muskulatur eine differenzierte Umhüllungsschicht vorhanden ist. Sie besitzt eine andere Consistenz, als der contractile Inhalt und setzt mechanischen Einflüssen einen stärkeren Widerstand entgegen, als jener; sie verhält sich anders zu chemischen Reagentien als der Inhalt, indem sie gegen Alkalien äusserst resistent ist und weist sonst Eigenschaften auf, wie wir sie bei elastischen Geweben finden.

Es scheint wol eine ähnliche Bildung zu sein, wie das Sarkolemm der quergestreiften Muskelfaser oder die Schwann'sche Scheide der Nervenfaser, und ich glaube, dass wir auch von einem Sarkolemm der glatten Muskelzelle reden dürfen. Dieses Sarkolemm liegt der Zelle dicht an und ist es wol, welches die scharfe Begrenzung der Faser bildet, nicht aber eine Inter-cellularsubstanz. Wenn durch irgend welche Einflüsse die Zelle sich contrahirt und die Zellbrücken infolge dessen deutlich werden, so sehen wir das Sarkolemm als Linie zwischen denselben verlaufen. Der Zusammenhang dieser Hülle mit dem Bindegewebe müsste noch näher untersucht werden, doch scheint mir schon jetzt, dass derselbe ein sehr inniger ist, indem das Bindegewebe direkt in die elastische Hülle der Faser übergeht. Vielleicht wird sich auch hier ein ähnliches Verhalten wie bei den quergestreiften Fasern erkennen lassen. Wie nämlich Froriep¹⁵⁾ an letzteren nachgewiesen hat, stellt auch hier das Sarkolemm eine Röhre von hyaliner Beschaffenheit dar, wobei die einzelnen Schläuche durch Bindegewebsfasern untereinander ver-

bunden sind. Ich glaube, dass sich in der glatten Muskulatur etwas Aehnliches nachweisen lassen wird.

Es bleibt mir noch die Mitteilung der Resultate meiner Versuche übrig, welche ich mit dem Zweck der Injection der Inter-cellularlücken übernommen habe. Was zunächst die Ergebnisse der direkten Injection mit der Pravaz'schen Spritze betrifft, so muss ich diese als vollkommen negative bezeichnen. Meist war die Injections-masse garnicht zwischen die Zellen eingedrungen, sondern direkt durch die nächsten Lymphgefässe wieder abgeflossen, und wo sie eingedrungen war, präsentirte sie sich in grossen gleichmässig blauen Flecken und dicken Strängen, welche über die Wege ihres Eindringens keine Schlüsse gestatteten. Ich glaube daher, dass diese Methode entschieden zu primitiv ist, muss es aber weiteren Untersuchungen überlassen, bessere zu finden und für diesen Zweck nutzbar zu machen. Auch die anderen Versuche zur Imbibition der Lücken hatten nicht das gewünschte Resultat, dagegen lieferte der letzte im Thermostaten ausgeführte Versuch (siehe oben) ein interessantes Ergebnis, allerdings ganz anderer Natur.

Die Zellen der Darmmuscularis zeigten auf ihrem Querschnitt schöne, ausserordentlich deutliche Zellbrücken, während das Protoplasma der Zelle gleichmässig körnig erschien, so dass man den Eindruck gewann, Querschnitte von Fibrillen vor sich zu haben, wie sie bei glatten Muskelfasern vielfach beobachtet sind. Längsgeschnittene Fasern besaßen stark wellige Grenzcontouren und wiesen eine ausserordentlich deutliche Querstreifung auf.

Diese keineswegs häufige Erscheinung ist zuerst von Meissner³⁰⁾ beobachtet worden. Er behandelte eine äusserst contrahierte Kaninchenharnblase, welche dem schnell getöteten Tier entnommen war, mit Holzessig und constatirte das Vorhandensein einer Querstreifung, welche dichter und zarter war, als bei der quergestreiften Muskulatur. Er führt sie auf die Runzelung einer Fläche der Faser zurück: die Fasern haben 2 schmale und 2 breite Flächen; kamen die isolirten Zellen auf eine schmale Fläche zu liegen, so glichen sie «feinen Sägeblättchen», was durch Runzelung der einen breiten Fläche — und zwar nur der einen — zu erklären sei. An beiden Enden waren die Fasern stets glatt. Er deutet diese Erscheinung als Contractionsphänomen. Späteren Untersuchungen Meissner's gelang es ebensolche quergestreifte Zellen in der Harnblase der Katze und in verschiedenen Milzen nachzuweisen.

Diese Versuche wurden von Margo³³⁾ controllirt und zum Teil bestätigt. Diesem gelang es ausserdem noch eine Querstreifung der glatten Muskelzellen in der Harnblase und dem Darm von Kaninchen und jungen Schweinen nachzuweisen. Als Ursache dafür giebt er aber das Bestehen einer regelmässigen Anordnung der Fleischprismen an, welche bei der einen Faser vorhanden sei, bei der andern nicht.

Remak⁴⁷⁾ dagegen schliesst sich der Ansicht Margo's an. Er führt die Querstreifung, die er in den Arterien und im Brücke'schen Augenmuskel gesehen hat, auf eine lebhafte Verkürzung während des Lebens zurück.

Auch Geddes und Beddard¹⁶⁾ fanden bei Untersuchung der Muskeln von *Echinus sphaera*, dass die Zel-

len bald quergestreift, bald glatt waren. Ihrer Meinung nach könnten es verschiedene Stadien der Ruhe und Contraction sein oder aber könnte durch Ablenkung der Lichtstrahlen, welche die gewulsteten Grenzcontouren der Fasern verursachten, eine solche Erscheinung zu Stande kommen.

Schwalbe⁵⁴⁾ giebt an, dass auch an den glatten Muskelfasern der Wirbeltiere zuweilen eine Gruppierung der Disdiaclasten zu Fleischprismen stattfindet, wenigstens ist es ihm gelungen in einem Fall sicher eine partielle Querstreifung einer glatten Muskelfaser aus der Blase des Hundes zu beobachten. Aehnlich behauptet Krause²⁶⁾, dass auch die glatten Muskelfasern des Menschen aus Muskelkästchen beständen, welche durch regelmässige Anordnung eine Querstreifung hervorrufen könnten.

Nach Rouget⁴³⁾ muss eine Querstreifung stets als Zeichen einer Contraction im Momente der Fixirung angesehen werden; gelingt es im richtigen Moment die Zelle zu fixiren, so hat man stets eine deutliche Querstreifung. Experimentell kann diese durch verschiedene Ursachen, wie Wärme, elektrische Ströme etc. erzeugt werden. Er führt sie auf eine Fältelung der Oberfläche der Faser zurück («la fibre se plisse sur elle-même»), so dass Erhöhungen mit Einsenkungen wechseln, welche von der Fläche gesehen, den Eindruck einer Querstreifung hervorbringen. Von der Seite gesehen, erhält die Faser eine wellige, gebuchtete Grenzcontour. Nach Rouget's Ansicht können contrahierte glatte Muskelzellen genau das Bild der quergestreiften Fasern bieten, wie sie sich auch in polarisirtem Lichte ganz wie diese verhalten, während

andererseits quergestreifte Fasern bei forcirter Dehnung vollständig glatt erscheinen können.

Ranvier⁴²⁾ erzeugte ebenfalls experimentell eine Querstreifung glatter Muskelfasern. Er injicirte frischen Citronensaft in die Gallenblase des Meerschweinchens, brachte dieselbe auf einige Minuten in Ueberosmiumsäure, pinselte das Epithel ab und färbte mit Picrocarmin. Auch er deutet dieselbe als Contractionserscheinung.

Weitere kurze Angaben über diesen Gegenstand finden sich bei Du Bois Reymond¹²⁾, der sie im Darmkanal einiger Fische fand, ohne über ihre Bedeutung eine Vermutung auszusprechen, und Schilling⁵⁷⁾, der fast stets die Muskelspindeln der Prostata des Menschen mit Querstreifung versehen fand, sie aber gleichwol als pathologische Leichenerscheinung deutet.

In dem von mir oben beschriebenen Falle wird wahrscheinlich wol die gleichmässige, hohe Temperatur des Wärmofens die Ursache für diese Erscheinung abgegeben haben und es dürfte sich wol auch hier um eine ausserordentlich ausgiebige Contraction der Zellen während des entschieden stark verlangsamten Absterbens derselben handeln.

Resumé.

Ich möchte nun zum Schluss die Ergebnisse meiner Untersuchungen kurz recapituliren und sie in folgende Punkte zusammenfassen:

1. *Die Zellbrücken finden sich in verschiedenen Organen mit glatter Muskulatur bei verschiedenen Tierklassen. (Untersucht wurden Repräsentanten der Raubtiere, Nagetiere, Insektenfresser).*
2. *Ein Zusammenhang zwischen der Höhe und Häufigkeit der Zellbrücken und dem Contractionszustand des Muskels muss bestätigt werden (Klecki).*
3. *Zellbrücken finden sich auch bei Neugeborenen und in Organen, wo die Muskelschicht sehr dünn, oder wo sie von reichlichem Bindegewebe durchsetzt ist, wenn die Muskulatur im contrahirtem Zustande untersucht wird.*
4. *Die dicke Muscularis des Raubtierdarmes zeigt bedeutend höhere Zellbrücken, als sie im Verdauungstractus anderer Tiere gefunden werden; hier sieht man bei nicht contrahirter Muscularis oft nur eine Zähnelung der Grenzcontour der Faser, wenn auch daneben deutliche Zellbrücken nicht selten vorkommen.*

5. Auch die glatte Muskelfaser besitzt eine differenzierte Umhüllungsschicht. Diese umgiebt die Muskelzelle in Gestalt eines homogenen Schlauches, welcher die scharfe Umgrenzung der Faser bedingt. Bei Querschnitten von contrahirten Fasern bildet diese Umhüllungsschicht das zwischen den Zellen sichtbare Netzwerk.
6. Diese Umhüllungsschicht der Muskelfaser besitzt eine andere Consistenz als der contractile Inhalt und zeigt die Reaction der elastischen Gewebe. Man kann sie als Sarkolemm der glatten Muskelzelle deuten.
7. Das Bindegewebe im glatten Muskel ist reichlicher entwickelt, als bisher angenommen wurde, dagegen ist das Vorhandensein einer Kittsubstanz nicht direkt nachweisbar.

Literaturverzeichnis.

1. Arnold. Gewebe der organischen Muskeln. In Stricker's Handb. der Lehre von den Geweben.
2. Auerbach. Untersuchungen über Lymph- und Blutgefäße. Virchow's Archiv Bd. 33, p. 340.
3. Barturth. Ueber Zellbrücken glatter Muskelfasern. Arch. f. mikr. Anatomie Bd. 38, pg. 38. 1891.
4. Derselbe. Ueber Zellbrücken bei Pflanzen und Tieren. Sitzungsber. der Dorpater Naturf.-Ges. Jhrg. 18, pg. 413. 1891.
5. Basch. Die ersten Chyluswege und die Fettresorption. Sitzungsber. der Wiener Akad. Math.-naturw. Classe Bd. 52, Abt. 2, pg. 624. 1870.
6. Blum. Notiz über die Anwendung des Formaldehyds (Formol) als Härtungs- und Conservierungsmittel. Anat. Anzeiger. Bd. IX, Nr. 7, pg. 229. 1894.
7. Böhm. Sitzungsber. der Ges. für Morph. und Phys. zu München. Sitzung v. 16. Juli 1889. Citirt nach 40.
8. Bruyne, D e. Contribution à l'étude de l'union intime des fibres musculaires lisses. Arch. de Biologie. Tome XII, pg. 345. 1892.
9. Busachi. Ueber die Neubildung von glattem Muskelgewebe. Beiträge für pathol. Anat. u. Allg. Path. v. Ziegler u. Nauwerck. Bd. IV. 1889.
10. Carrier. Contributions of the histology of the hedgehog (Erinaccus europaeus). Journal of Anatomy and Physiology Vol. XXVII, pg. 85.

11. Disse. Grundriss der Gewebelehre. Göttingen 1892.
12. Du Bois Reymond. Ueber die gestreiften Muskeln im Darm der Schleie. Arch. f. Anat. Physiol. Abt. pg. 176—77. 1889.
13. Flemming. Ueber Formen und Bedeutung der organischen Muskelzellen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXX. Suppl. pg. 466.
14. Dersebe. Zellsubstanz, Kern und Zellteilung. Leipzig 1882.
15. Froriep. Ueber das Sarcolemm und die Muskelkerne. Arch. f. Anat. und Entwicklungsgeschichte Jahrgang 1878, pg. 416.
16. Geddes und Beddard. Sur l'histologie des pédicellaires et des muscles de l'Oursin (*Echinus sphacra* Forbes) Comptes rendus. Tome 92, pg. 308. 1881.
17. Gruenhagen. Ueber die Muskulatur und die Bruch'sche Membran der Iris. Anat.-Anzeiger. Bd. III. 1888.
18. Hartmann. Ueber die durch den Gebrauch der Höllensteinlösung künstlich dargestellten Lymphgefässanfänge, Sattkanälchen und epithelähnlichen Bildungen. Archiv für Anatomie u. Physiologie 1864.
19. Heidenhain, M. Ueber das Vorkommen von Interzellularbrücken zwischen glatten Muskelzellen und Epithelzellen des äusseren Keimblattes und deren theoretische Bedeutung. Anat.-Anzeiger 1893, pg. 404.
20. Heidenhain, R. Beiträge zur Histologie und Physiologie der Darmschleimhaut. Arch. f. ges. Physiol. Bd. XLIII. Suppl. Bonn 1888.
21. Dersebe. Eine Abänderung der Färbung mit Haematoxylin und chromsauren Salzen. Briefl. Mitteil. an Prof. Waldeyer. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXVII, pg. 383. 1886.
22. Henle, A. Das plasmatische Canalsystem im stratum mucosum. Nachr. v. d. königl. Gesellsch. der Wiss. zu Göttingen 1887, Nr. 14.

- Im Referat in d. Virchow-Hirsch'schen Jahresberichten Jhrg. XXII, Bd. I, in Krause's histologischem Bericht für 1887, pg. 49.
23. Heymans. Mémoire d'anatomie générale (Concours pour la collation des bourses de voyage, 1888). Brux. 1889. citirt nach 8.
 24. Klecki. Experimentelle Untersuchungen über die Zellbrücken in der Darmmuskulatur der Raubtiere. Inaug.-Diss. Dorpat. 1891.
 25. Kölliker. Handbuch der Gewebelehre des Menschen. VI. Aufl. Leipzig 1889.
 26. Krause. Ueber den Bau der quergestreiften Muskelfasern. Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 33, pg. 265 u. Bd. 34, pg. 110.
 27. Kühne. Lehrbuch der physiologischen Chemie. 1870.
 28. Kultschitzky. Ueber die Art der Verbindung der glatten Muskelfasern untereinander. Biol. Centralbl., Bd. VII, pg. 572. 1888.
 29. Лавдовскій и Овсянниковъ. Основанія къ изученію микроскопической анатоміи человека и животныхъ. Petersburg 1887.
 30. Leydig. Zur Anatomie von Piscicola geometrica. Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. I, pg. 103. 1849.
 31. Derselbe. Zelle und Gewebe. Bonn 1885.
 32. Löwit. Ueber Neubildung und Beschaffenheit der weissen Blutkörperchen. Arbeiten aus dem path. Institut. in Innsbruck in Ziegler's Beiträgen zur path. Anat. Bd. X, H. 2 und 3, pag. 211—297. 1891.
 33. Margo. Neue Untersuchungen über die Entwicklung, das Wachstum, die Neubildung und den feineren Bau der Muskelfasern. Denkschriften der Kais. Acad. d. Wiss. 20 Bd. Wien, 1862.
 34. Martinotti. De la réaction der fibres elastiques avec l'emploi du nitrate d'argent.

- Archives italiennes de Biologie Tome, XI., Fasc. II., pag. 253. 1889.
35. Mazonn. Müller's Archiv 1854. pag. 25. Citirt nach 36.
 36. Meissner. Ueber das Verhalten der muskulösen Faserzellen im kontrahirten Zustande. Zeitschr. für rationelle Medicin. III. Reihe, II. Bd., pag. 316. 1858.
 37. Mitrophanow. Ueber Interellularlücken und Inter-cellularbrücken im Epithel. Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. XXXIX, pag. 302.
 38. Nicoglu. Ueber die Hautdrüsen der Amphibien. Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. LVI. 1893.
 39. Nicolas. Note sur les ponts intercellulaires des fibres musculaires lisses. Bulletin des séances de la société des sciences de Nancy. Juli 1892.
 40. Oppel. Eine Methode zur Darstellung feinerer Structurverhältnisse der Leber. Anat.-Anzeiger. Jahrg. V, pag. 143. 1890.
 41. Ranvier. Traité technique d'histologie. Paris 1875.
 42. Derselbe. Les muscles de la vie animale à contraction brusque et à contraction lente, chez le lièvre. Compt. rend. Tome CVII, Nr. 25. 1889.
 43. Rawitz. Leitfaden für histologische Untersuchungen. Jena 1889.
 44. Derselbe. Grundriss der Histologie. Berlin 1894.
 45. v. Recklinghausen. Eine Methode mikroskopisch hohle und solide Gebilde voneinander zu unterscheiden Virch. Arch. Bd. XIX, pg. 451.
 46. Derselbe. Zur Geschichte der Versilberungsmethode. Virch. Arch. Bd. XXVII, pg. 419.
 47. Remak. Ueber den Bau und die Zusammensetzung der Muskelfasern. Anatomische und physiologische Beobachtungen. Bd. 44. II. Abt. der Wiener Sitzungsber., pg. 415. 1862.

48. Robinsky. Die Kittsubstanz auf Reaction des Argentum nitricum. Arch. für Anat. u. Phys. von Reichert u. du Bois-Reymond. Jhrg. 1871, pg. 184.
49. Rouget. Phénomènes microscopiques de la contraction musculaire. Striation transversale des fibres lisses. (Extrait par l'auteur). Comptes rendus. Tome 92. I, pg. 1446. 1881.
50. Roule. Étude sur le développement et la structure du tissu musculaire. Inaug.-Diss. Toulouse 1891.
51. Schäfer. A course of practical histology. London 1877. Citirt nach 8.
52. Schiefferdecker und Kossel. Gewebelehre. Braunschweig 1891.
53. Schuberg. Ueber den Zusammenhang verschiedenartiger Gewebezellen im tierischen Organismus. Sitzungsber. der Würzburger phys.-med. Gesellsch. 1893. V. Sitzung.
54. Schwalbe. Beiträge zur Kenntniss der glatten Muskelfasern. Arch. f. m. Anat. Bd. IV. 1868.
55. Schweigger-Seidel. Die Behandlung der tierischen Gewebe mit argent. nitricum. Berichte der sächs. Gesellsch. der Wiss. Math.-phys. Classe. XVIII. Bd. 1866.
56. Smiechowski. Ueber das erste Auftreten des Haemoglobins bei Hühnerembryonen. Diss. Dorpat 1892.
57. Stilling. Beobachtungen über die Function der Prostata und über die Entstehung der prostatistischen Concremente. Arch. f. path. Anatom. Bd. 98, pag. 1-21. 1885.
58. Stöhr. Lehrbuch der Histologie und mikroskopischen Anatomie. Jena 1887.
59. Toldt. Lehrbuch der Gewebelehre. 1888. III. Aufl.
60. Vernon. Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. Abt. Darmkanal.

61. Watney. The minute Anatomy of the alimentary Canal. Philosophical Transactions, vol. 166, 5 planches. 1876.
62. Derselbe. Research on the minute Anatomy of the alimentary Canal. Proceedings of the royal Society, vol. XXIV. 1876.

Thesen.

1. Die Intercellularbrücken gehören zu den constanten Attributen der glatten Muskelfaser.
2. Die Silberreaction ist für die Existenz einer Kittsubstanz nicht beweisend.
3. Nach unseren heutigen Kenntnissen lässt sich erwarten, dass ein protoplasmatischer Zusammenhang von Gewebeelementen eine weit häufigere Erscheinung ist, als bisher angenommen wurde.
4. Von den verschiedenen Behandlungsmethoden des acuten Trachom's verdient die mit dem Kupferstift als schonendste den Vorzug.
5. Populäre Schriften medicinischen Inhaltes schaden mehr als sie nützen.
6. Bei Seborrhoea capitis leisten Quecksilberpräparate, wie Sublimat, Ung. praecipitatum album, oft gute Dienste.

Erklärung der Tafel.

(Die Figuren sind mit Hilfe des Zeichenapparates von Nachet angefertigt worden).

Fig. 1. Aus einem Querschnitt durch die Längsmuskulatur des Dünndarmes vom Hund. Behandelt nach Böhm. Boraxcarmin. Leitz, Hom. Imm. $\frac{1}{12}$. Oc. 3.

z. Quergeschnittene Muskelzellen; zb. Zellbrücken; l. Linien zwischen den Zellen.

Fig. 2. Aus einem Schnitt durch die Muskulatur des Uterus vom Kaninchen 16 Str. post partum. Fol'sche Mischung. Haematoxylin. Leitz, Oc. 3. Obj. 7. Ausgez. Tubus.

z. Quergeschnittene Muskelzellen; zb kurze Zellbrücken; zb' lange Zellbrücken.

Fig. 3. Aus einem Querschnitt durch die Längsmuskulatur des Dünndarmes der Katze. Behandelt nach Böhm. Boraxcarmin. Leitz, Oc. 3. Obj. 7.

z. Quergeschnittene Muskelzellen; z' dieselben mit gezähnelten Grenzcontouren;

s. Bindegewebsseptum; b' feinere Verzweigungen desselben.

Fig. 4. Aus einem Längsschnitt durch die Ringmuskulatur des Duodenums der Katze nach forcirter Injection des Lumens. Sublimat. Boraxcarmin. Leitz, Oc. 3. Obj. 7. Ausgez. Tubus.

z. Längsgeschnittene Muskelzellen; f. Abgerissene Enden derselben; s. schlauchförmige Verbindung der durchrissenen Faserteile.

Fig. 1.

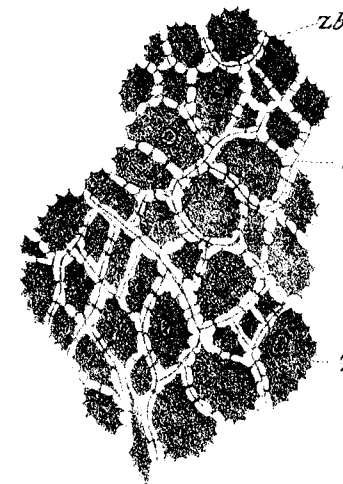


Fig. 2.

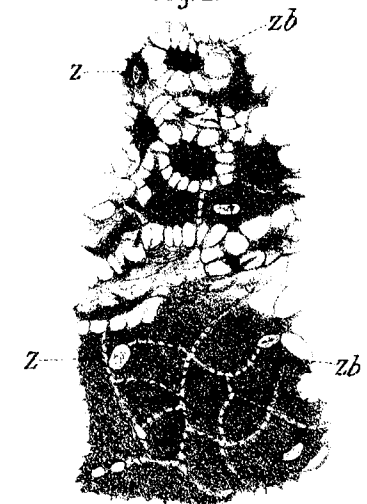


Fig. 3.

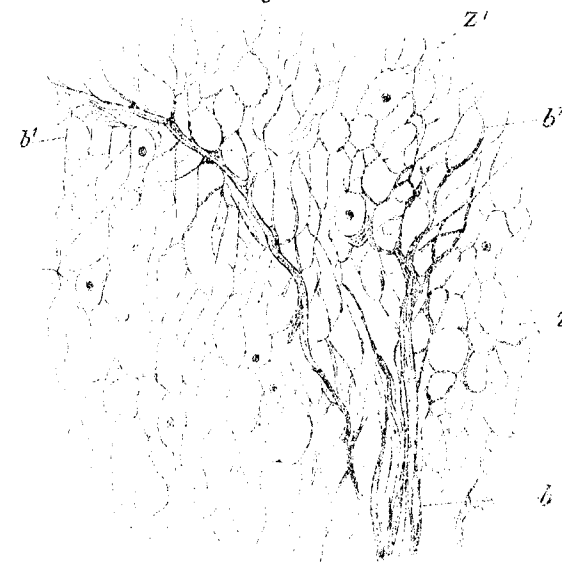
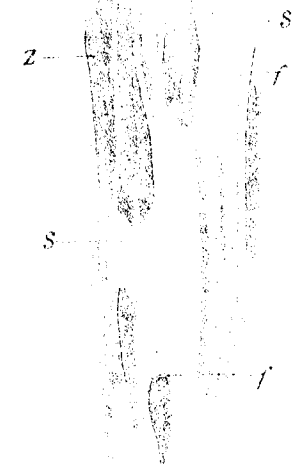


Fig. 4.



Erklärung der Tafel.

(Die Figuren sind mit Hilfe des Zeichenapparates von Nachet angefertigt worden).

Fig. 1. Aus einem Querschnitt durch die Längsmuskulatur des Dünndarmes vom Hund. Behandelt nach Böhm. Boraxcarmin Leitz, Hom. Imm. $\frac{1}{12}$. Oc. 3.

z. Quergeschnittene Muskelzellen; zb. Zellbrücken; l. Linien zwischen den Zellen.

Fig. 2. Aus einem Schnitt durch die Muskulatur des Uterus vom Kaninchen 16 Str. post partum. Fol'sche Mischung. Haematoxylin. Leitz, Oc. 3. Obj. 7. Ausgez. Tubus.

z. Quergeschnittene Muskelzellen; zb kurze Zellbrücken; zb¹ lange Zellbrücken.

Fig. 3. Aus einem Querschnitt durch die Längsmuskulatur des Dünndarmes der Katze. Behandelt nach Böhm. Boraxcarmin. Leitz, Oc. 3. Obj. 7.

z. Quergeschnittene Muskelzellen; z¹ dieselben mit gezähnelten Grenzcontouren;

s. Bindegewebsseptum; b¹ feinere Verzweigungen desselben.

Fig. 4. Aus einem Längsschnitt durch die Ringmuskulatur des Duodenums der Katze nach forcirter Injection des Lumens. Sublimat. Boraxcarmin. Leitz, Oc. 3. Obj. 7. Ausgez. Tubus.

z. Längsgeschnittene Muskelzellen; f. Abgerissene Enden derselben; s. schlauchförmige Verbindung der durchrissenen Faserteile.

Fig. 1.

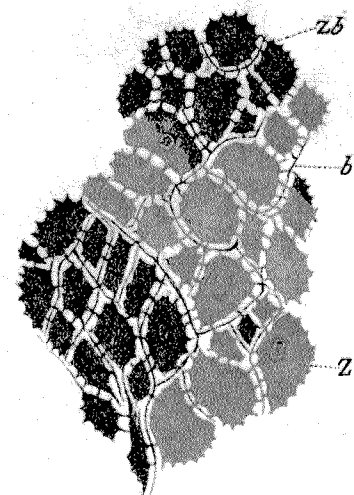


Fig. 2.

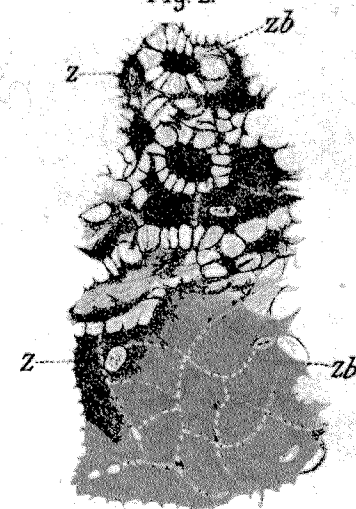


Fig. 3.

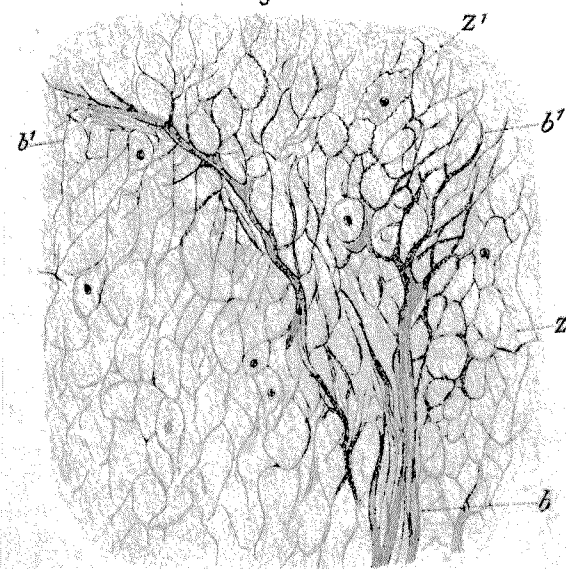


Fig. 4.

