Ueber die Muskulatur des Froschmagens.

Von

P. Grützner (Tübingen).

Die Muskelhaut des Froschmagens ist meines Wissens zuerst von Ranvier¹⁾ und später, unabhängig davon, von Bernstein und Morgen²⁾ zu physiologischen Versuchen über die Thätigkeit der glatten Muskulatur verwendet worden. Sie eignet sich hierzu vortrefflich, sei es, dass man den Magen als Ganzes verwendet, sei es, dass man etwa aus seiner Mitte einen Ring schneidet und die Bewegungen beider verzeichnet. Auch ich hatte die letzte Bernstein'sche Methode, wie viele andere Forscher, zu diesem Zwecke, namentlich auch zur Demonstration der langsam arbeitenden glatten Muskelfasern angewendet und eine Untersuchung von Hans Winkler³⁾ über die Erregung dieses Muskelringes durch elektrische und chemische Reize anstellen lassen.

Um etwa dieselbe Zeit arbeitete auch Paul Schultz⁴⁾ aus Berlin über denselben Gegenstand. Nur schnitt er den Muskelring auf und erhielt so ein etwa noch einmal so langes Muskelband, mit dem er seine Versuche anstellte, ähnlich wie an dem parallelfaserigen Sartorius. „Nächst dem Pylorus wurde von ihm mit einer geraden Scheere ein ringförmiges Stück herausgeschnitten, der Ring durch einen Querschnitt geöffnet und die Schleimhaut abgetragen, was sehr leicht gelingt. Nun ist die Muscularis auf der einen Seite von der Serosa, auf der anderen von der Submucosa bedeckt; man hat jetzt ein Stück, in welchem die Elemente parallel neben einander ge-

1) L. Ranvier, Leçons d'anatomie générale sur le système musculaire p. 396. Paris 1880.

2) B. Morgen, Ueber Reizbarkeit und Starre der glatten Muskeln. Inaugural-Dissert. Halle a./S. 1888.

3) H. Winkler, Ein Beitrag zur Physiologie u. s. w. Pflüger's Archiv Bd. 71 S. 357. 1898.

4) Paul Schultz, Ueber den Einfluss der Temperatur u. s. w. Archiv für (Anat. u.) Physiologie 1897 S. 1 und S. 307.

E. Pflüger, Archiv für Physiologie. Bd. 83.

ordnet sind, das also ganz einem Sartoriuspräparat entspricht.“¹⁾ „Die Muskelzellen derselben sind, wie Serienschnitte lehren, nur ringförmig, senkrecht zur Längsachse des Organs angeordnet. Man hat also hier in der That Faserzellen, welche alle in derselben Richtung unter einander parallel verlaufen.“

In der Winkler'schen Arbeit findet sich nun folgende Stelle: „Wenn aber Schultz weiterhin der Ansicht ist, dass dieses Band nur aus einer einzigen Faserschicht, nämlich den ringförmig verlaufenden Fasern besteht, so möchte ich diese Angabe bezweifeln, keinesfalls galt sie für meine Präparate.“

„In einer grossen Menge von Längs- und namentlich Querschnitten durch den Froschmagen, welche mir Herr Prof. Grützner vorwies, konnte man sich nämlich auf das Leichteste und Sicherste überzeugen, dass, abgesehen von der innen liegenden, zarten muscularis mucosae, auf der mächtigen, die Hauptmasse bildenden Ringfaserschicht regelmässig eine, wenn auch dünne und zarte muskulöse Längsfaserschicht aussen aufliegt. Hin und wieder verlaufen ihre Fasern etwas schräg.“

Klein²⁾ spricht sich in Stricker's Handbuch der Gewebelehre über diese Frage folgendermaassen aus. Er sagt: „Die äussere Muskelschicht zeigt, obwohl nicht überall, eine innere Rings- und eine um vieles schwächere äussere Längsschicht. An einzelnen Stellen finden sich statt der letzteren einige schief verlaufende Bündel, welche weiter unten in die Ringschicht einziehen. Gegen den Pylorus wird sowohl die Rings-, als auch die nun selbständig gewordene Längsschicht mächtiger.“

Oppel³⁾, Morgen⁴⁾ und Andere sprechen sich in ähnlichem Sinne aus. Sie nehmen eine äussere Längsmuskelschicht an.

Nur zwei französische Forscher Valatour⁵⁾ und Ranvier⁶⁾ machen die Angabe, dass der Froschmagen ganz oder zum grössten Theil nur aus Ringsfasern besteht. Diesen schliesst sich im Wesent-

1) Ebenda S. 9 und S. 309.

2) E. Klein in Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben Bd. 1 S. 399. Leipzig 1872.

3) A. Oppel, Lehrbuch der vergl. mikr. Anatomie, Theil 1 S. 93. Jena 1896.

4) Am erwähnten Ort S. 8.

5) M. Valatour, Annales des sciences naturelles, 4^{me} série, Tome 16, p. 278. 1861.

6) Am erwähnten Ort S. 410.

lichen Paul Schultz¹⁾ an und erledigt die seiner Ansicht entgegenstehenden Meinungen folgendermaassen. Oppel „verkennt nach ihm das wahre Verhältniss“. Die Darstellung von Klein ist „völlig falsch“ und über die von mir, beziehungsweise von Winkler ausgesprochene, oben erwähnte Aeusserung urtheilt er in folgender Weise: „Dem Candidaten sieht man das Vorrecht der Jugend nach, mit Wort und Urtheil schnell fertig zu sein. Es ist ihm daher kein so grosser Vorwurf zu machen, dass er sich auf das ‚Leichteste und Sicherste‘ von Dingen ‚überzeugt‘, die gar nicht existiren. Nur muss er nicht öffentlich darüber reden. Bedauerlich aber ist es, dass der Professor in der von ihm sorgfältig durchgesehenen und mit eigenen Zusätzen versehenen Arbeit seines Schülers jene Bemerkung stehen lassen konnte. Dies Bedauern wird er selbst nach dem Folgenden am lebhaftesten empfinden.“

Indem ich es dem Leser überlasse, sich über diese Form der Kritik sein Verslein selbst zu machen und ihn dabei zu bedenken bitte, dass — soviel ich weiss — Paul Schultz aus Berlin erst vor Kurzem seine wissenschaftliche Laufbahn begonnen hat, bemerke ich selbst nur Folgendes.

Man braucht nicht Philosophie und Psychologie studirt zu haben, sondern nur ungefähr für drei Pfennige Menschenkenntniss zu besitzen, um zu erkennen, dass es Demjenigen, der jene Zeilen geschrieben hat, weniger um die Sache, als um die Person zu thun war. Er hat seine Feder nicht bloss in Tinte, sondern auch in Galle getaucht, und da er sich wahrscheinlich geärgert, will er dem Gegner einen Hieb versetzen.

Denn selbst angenommen, meine beziehungsweise Winkler's Anschauung wäre ganz falsch und die von Paul Schultz durchaus richtig, in welch' grösseren Irrthum wäre ich denn verfallen, als die anderen genannten Forscher, wie Klein, Oppel, Morgen und Andere? Warum ist denn der Irrthum gerade bei mir so bedauerlich, dessen Behauptung gar nicht einmal so weit geht, sondern sich nur auf einige ganz bestimmte Fälle bezieht? Oder soll ich vielleicht einem Schüler von mir ein Gewebe, welches ich für Muskeln halte, als Bindegewebe demonstrieren, weil es möglicher Weise von Anderen dafür gehalten wird, oder weil es vielleicht

1) Paul Schultz, Ueber die Anordnung der Muskulatur u. s. w. Archiv für (Anat. u.) Physiol. 1900 S. 1.

später einmal mit besseren Methoden als Muskelgewebe erkannt wird? Das ist doch eine Zumuthung, welche ich der Logik des Philosophen Paul Schultz aus Berlin nicht zutrauen möchte.

Zudem wird es Paul Schultz wohl nicht unbekannt sein, dass man sich Jahrzehnte lang darüber gestritten hat und vielleicht noch streitet, ob ein Gewebe, wie z. B. dasjenige des Dilator iridis muskulös ist oder nicht. Irrthümer wären hier also nicht etwas so Unerhörtes.

Aber es ist mir ganz unbegreiflich, durch welche Fernwirkungen Paul Schultz in Berlin davon unterrichtet sein will, ob in gewissen mikroskopischen Präparaten, die ich hier vor mir hatte, beziehungsweise vorzeigte, an bestimmten Stellen Muskeln vorhanden waren oder nicht. Das geht ja noch über den Spiritismus. Ist denn die Annahme, dass ich die Gewebe falsch beurtheilt habe, die einzig mögliche, um den Widerspruch zu lösen? Können die betreffenden Präparate nicht gerade aus Gegenden des Magens gestammt haben, in denen doch beiderlei Muskeln, rings- und längsverlaufende vorhanden waren?

Nach meinen neuerdings vielfach in Gemeinschaft mit den Studirenden H. Braitmaier und G. Leopold angestellten Untersuchungen, die sich auf ein umfangreiches Material beziehen, liegen die Verhältnisse folgendermaassen.

Von einer continuirlichen muskulösen Längsschicht, wie sich dieselbe etwa findet auf dem Darm oder auf der Speiseröhre, ist bei dem Froschmagen keine Rede. Der bei Weitem grösste Theil desselben hat nur eine, im Wesentlichen aus Ringsfasern zusammengesetzte Muskelschicht. Eine continuirliche Längsfaserschicht findet sich nur in den oberen und unteren Abschnitten des Magens, also in der Nähe der Speiseröhre und in der Nähe des Pylorus, woselbst sie in die Längsfaserschichten der benachbarten Organe, nämlich der Speiseröhre und des Darmes übergeht. Eine Thatsache, die bereits Valatour, dessen Arbeit mir entgangen war, richtig angegeben hat.

Die Frage ist nun, wie weit reichen jene äusseren Längsfasern von der Speiseröhre bis auf den Magen herab? Die Frage ist leichter gestellt als beantwortet. Auf Grund einer grossen Anzahl von Präparaten verschiedener Thiere, die ich nach dieser Richtung hin

durchmustert habe, kann ich sagen, dass diese Längsfasern etwa das obere Viertel des Magens einnehmen. Das gilt in gleicher Weise für den Grasfrosch, über den ich eine grosse Zahl von Erfahrungen habe, wie für den Wasserfrosch, über den meine Erfahrungen nicht so zahlreich sind. Aber sie können manchmal etwas weiter hinabreichen, manchmal auch etwas früher aufhören.

Dies liegt, wie ich glaube, an Folgendem. Wenn man den frischen Magen eines Frosches in irgend eine erhärtende Flüssigkeit legt, so ändert er in der Regel seine Gestalt. Namentlich ziehen sich die unmittelbar und zunächst von der Flüssigkeit getroffenen Fasern, also hier die Längsfasern, stark zusammen. Häufig erscheint daher der obere Abschnitt eines in Alkohol gelegten Magens der Quere nach fein gewellt oder gerunzelt, offenbar durch Verkürzung seiner äusseren Längsfasern, deren untere Enden also bedeutend (in Wirklichkeit oder scheinbar) weit nach oben gerückt sein dürften. Durchschneidet man einen solchen Magen der Quere nach, so hören deshalb die Längsfasern verhältnissmässig früh auf. Haben sie dagegen nicht Zeit, sich zu contrahiren, so reichen sie in den betreffenden Querschnitten weiter herunter. Sonach halte ich die Möglichkeit nicht für ausgeschlossen, dass, wenn man etwa aus der Mitte eines mittelgrossen, frischen Magens einen mehrere Millimeter breiten Ring herausschneidet, man ausser den Ringsfasern auch, wenn auch nur wenige, Längsfasern in den Ring hinein bekommt. Das ist aber der wesentliche Inhalt jenes obigen „bedauerlichen“ Satzes, über den ich nicht bloss kein lebhaftes Bedauern empfinde, sondern den ich hiernach sogar aufrecht erhalten kann.

In welcher Weise diese Längsfasern auf den Ringsfasern enden, darüber macht Paul Schultz keine Mittheilung. Er sagt nur, dass er in dem mittleren und unteren Theil des Magens weder vereinzelte Muskelbündel, noch auch nur einzelne äussere Längsfasern gesehen habe. Er scheint aber dergleichen Längsmuskelbündel in den oberen Abschnitten des Magens (etwa am Ende des oberen Viertels) überhaupt nicht gesehen zu haben. Wenigstens bildet er sie nicht ab, sondern zeichnet nur an den unteren, nahe dem Pylorus gelegenen Abschnitten (siehe Fig. 4, 7 b auf S. 5 seiner Arbeit) dergleichen einzelne Längsmuskelbündel ab. Nun ich gebe zu, diese zarten Längsbündel sind schwer zu sehen oder, besser gesagt, sehr leicht zu übersehen. Sie lassen sich aber weit hinab verfolgen. Zerlegt man nämlich den ganzen Magen in aufeinanderfolgende Quer-

schnitte, so kann man, je tiefer man kommt, deutlich beobachten, wie die äussere Längsschicht nicht bloss dünner wird, sondern wie sie auch vielfach unterbrochen wird, so dass sie immer kleinere Abschnitte der Ringsfasern bedeckt. Die continuirliche Längsschicht hat aufgehört, und zwischen den einzelnen Längsbündeln entstehen immer grössere Lücken. Schliesslich sitzen nur noch sehr wenige quer getroffene Längfasern wie ein oder mehrere kleine Tropfen auf den Ringsfasern auf. (Ich denke hier speciell an Präparate von Magen, die in Alkohol erhärtet, in Borax- oder Alauncarmin ganz durchgefärbt und in Paraffin geschnitten wurden.)

Dass weiterhin Verschiebungen dieser Fasern über einander vorkommen, je nachdem der Magen leer und klein oder gefüllt und gross ist, dass sie ferner bei verschiedenen Arten von Fröschen und verschiedenen Individuen derselben Art nicht immer gleich weit hinabreichen, scheint mir ziemlich sicher.

Paul Schultz „behauptet entschieden, dass in dem ganzen mittleren Theil des Magens bis hinab zum Pylorus (siehe seine Fig. 3) weder vereinzelte Muskelbündel, noch auch nur einzelne Fasern sich finden“. Dieser entschiedenen Behauptung muss ich ebenso entschieden widersprechen. Ganz abgesehen von den oben geschilderten einzelnen Längsbündeln in den oberen Abschnitten des Magens, die Paul Schultz nicht erwähnt und wohl auch nicht gesehen hat, finden sich äussere Längsbündel über den ganzen Magen, und zwar an einer Stelle oder an Stellen, wo sie Paul Schultz nicht gesucht und nicht gefunden hat, wahrscheinlich wohl deshalb, weil er diese Stelle abgeschnitten hat. Wenn ich nämlich seine Schilderung richtig verstehe, so hat er den Magen sehr grosser Frösche — ich bevorzugte zu diesem Zwecke kleinere Frösche — entlang der kleinen Curvatur aufgeschnitten und aus einigen Stellen Querschnitte angefertigt, aber nicht den ganzen Magen durchgeschnitten.

Thut man Letzteres, so kann man in der Gegend der kleinen Curvatur, da wo zwei Mesenterialblätter sich an den Magen befestigen und ihm die Gefässe zuführen, ziemlich regelmässig längsverlaufende Bündel von glatten Muskeln sehen. Oft sind sie ausserordentlich zart und dünn, sie fehlen aber selten ganz. Namentlich sieht man sie in der Nähe grösserer Gefässe. Ihrer Anwesenheit ist wohl die Gestalt des Magens zuzuschreiben, der ja bekanntlich stets mehr oder weniger entlang der kleinen Curvatur concav gekrümmt ist.

Noch in einer anderen und viel einfacheren Weise gelingt es, sich von dem Vorhandensein und der Anordnung dieser äusseren, dem Oesophagus nahen Längsfasern mit einem Blick zu überzeugen. Man legt nämlich den ganzen Magen eines Frosches, an dem man sich zweckmässiger Weise die grosse Curvatur und seine ungefähre Mitte bezeichnet hat, in gewöhnliche Salpetersäure auf einige Stunden. Er wird auf diese Weise macerirt. Die ganze Schleimhaut kann man wie eine Wurst aus der Muskelhülle herausziehen, namentlich leicht, wenn man den Magen in seiner Mitte durchtrennt oder gar der Länge nach aufschneidet. Es bleibt die äussere muskulöse Hülle zurück. Untersucht man sie mikroskopisch, nachdem man sie natürlich der Länge nach aufgeschnitten, gewässert, ausgebreitet und die Ringsfasern ein wenig auseinandergezerrt hat, etwa in Glycerin, so sieht man sehr schön, wie auf den Ringsfasern, welche die Hauptmasse des Bandes ausmachen, senkrecht zu ihnen verlaufende dünne Muskelzüge aufliegen. Dieselben sind zu einzelnen Bündeln vereinigt, welche, indem sie abwärts ziehen, immer dünner und zarter werden und in feinen Spitzen enden. Sie scheinen oft bis gegen die Mitte des Magens vorzudringen, gehen aber sicher bis über das obere Viertel des Magens. Ich empfehle die Methode zur schnellen und sicheren Orientirung über die Anordnung dieser Fasern.

Es entsteht nun die Frage, wo man am besten einen Ring aus dem Magen herausschneiden soll, in welchem alle muskulösen Elemente möglichst parallel neben einander verlaufen, ähnlich den Muskelfasern im Sartorius. Paul Schultz empfiehlt die Gegend „nächst dem Pylorus“. Ich bin der Meinung, dass diese Stelle die gewünschten Bedingungen gerade nicht gut erfüllt.

Es ist nämlich leicht zu zeigen, dass der Froschmagen schon dort, wo er anfängt, sich konisch zu verjüngen, keineswegs aus durchaus parallelen Fasern zusammengesetzt ist, sondern aus einem Netz von Fasern besteht, dessen Maschen allerdings sehr spitze Winkel bilden. Je näher man aber dem Pylorus kommt, um so grösser werden die Winkel dieses Netzes, und schliesslich werden sie vielfach rechte. Die Fasern treten dann als äussere Längsfasern aus der Masse der Ringmuskeln heraus und bilden die Längsschicht auf dem Pylorus. Dass dies der Fall ist, kann man auf Querschnitten, viel besser aber auf Längsschnitten, die Paul Schultz nicht ge-

macht zu haben scheint, beobachten. Klein, dessen Schilderung von Paul Schultz als „völlig falsch“ bezeichnet wird, beschreibt diese Verhältnisse, wie ich glaube, ganz richtig, wenn auch etwas knapp.

Es ist also ein arger Irrthum, wenn man gerade die nächst dem Pylorus befindliche Gegend des Froschmagens als aus nur parallel neben einander geordneten Fasern zusammengesetzt sein lässt. Um einen derartig zusammengesetzten Ring zu erhalten, muss man vielmehr unterhalb der Mitte des Magens, da wo er sich noch nicht konisch verjüngt, einen Ring herausschneiden. Dieser besteht zwar nach Klein's und nach meinen Beobachtungen auch nicht aus lauter parallelen Fasern, aber er kann doch in praxi als daraus bestehend angesehen werden, was ich, wie gesagt, bei einem Ring nächst dem Pylorus nicht thun möchte. Ich muss also auch den anderen Theil jenes bedauerlichen Satzes in Winkler's Arbeit, der die Meinung von Paul Schultz, sein Muskelband bestehe nur aus parallelen Muskelfasern, bezweifelte, nicht bloss aufrecht erhalten, sondern ich behaupte jetzt auf das Bestimmteste, dass einmal die dem Pylorus nahe gelegenen Muskelzellen der Ringsschicht ein Netz bilden, und dass ihm ausserdem in der Regel noch äussere Längsmuskelfasern aufliegen.

Im Uebrigen weisen noch folgende, wie ich glaube, lehrreiche Versuche auf die nicht parallele Anordnung der Muskelfasern in der unteren, nächst dem Pylorus gelegenen Muskelhaut, sowie überhaupt auf die Anordnung der Muskelfasern in dem gesamten Magen hin.

Wenn man einen aus lauter parallelen Fasern zusammengesetzten Muskel, wie den Sartorius des Frosches, sich frei zusammenziehen lässt, so wird er sich in der Regel gerade aufwärts in die Höhe heben, wie man dies in dem interessanten Hering'schen Versuch beobachten kann, in welchem der senkrecht herabhängende Sartorius aus der, seinen horizontalen Querschnitt berührenden Flüssigkeit auch senkrecht heraushüpft. Dass natürlich bei asymmetrischer Aufhängung oder asymmetrischer Reizung des Muskels sich nicht alle Fasern gleichmässig zusammenziehen, sondern die allein oder wesentlich vom Reiz getroffenen seitliche Bewegungen und Verkrümmungen des Muskels zur Folge haben, mag, obwohl selbstverständlich, doch für Diejenigen, welche diesen oder ähnliche später zu beschreibende Versuche anstellen, hier noch besonders erwähnt sein.

Wenn aber der unverletzte Sartorius mit dem einen seiner

Knochenenden in einer Klemme befestigt wird, während sein anderes, senkrecht herabhängendes, in physiologische Kochsalzlösung taucht, so zieht er sich, elektrisch gereizt, mit maschinenmässiger Regelmässigkeit viele Male hinter einander ganz senkrecht aus der Flüssigkeit in die Höhe. Zu diesem Zweck ist die eine Elektrode mit der Klemme in Verbindung zu setzen und die andere in die Kochsalzlösung zu versenken. Ein schwacher elektrischer Strom (zwei kleine Daniells mit 20 Siemens Nebenschluss) dient als Reizstrom.

Aehnlich dem Sartorius verhalten sich andere, mehr oder weniger parallel faserige Muskeln, wie der Semimembranosus, Rectus internus major (Ecker) und Hyoglossus. Andere, aus schrägen Fasern gewebte Muskeln dagegen, wie der schiefe Bauchmuskel, der Biceps, in geringerem Maasse auch der Gastrocnemius, verdrehen sich um ihre Längsachse und nehmen vielfach unregelmässige Gestalten an¹⁾.

Aehnlich verhält sich nun auch die Muskelhaut des Froschmagens, wie folgende Versuche beweisen. Man zerlege einen Froschmagen einschliesslich der Speiseröhre durch quer verlaufende, nahezu parallele Schnitte mit einer Scheere in mehrere, vier bis fünf, aufeinanderfolgende Ringe, schneide sie in der grossen Curvatur auf und entferne mit einer scharfen Scheere die Schleimhaut des Magens. Man erhält so, wenn man die aufgeschnittenen Ringe ausbreitet, mehrere Vierecke, ungefähr Rechtecke und Trapeze. Legt man die vorsichtig, ohne Zerrung ausgebreiteten Vierecke jetzt in eine reizende Flüssigkeit, z. B. in einprocentige Chlorkaliumlösung, so sieht man regelmässig Folgendes.

Das Rechteck des Oesophagus, welches aus rechtwinklig sich kreuzenden Fasern zusammengesetzt ist, von denen die gewöhnlich

1) Diese Versuche, verschiedene Muskeln in obiger Weise zu reizen, die ich kürzlich im Verein mit Herrn stud. G. Leopold in ausgedehntem Maasse angestellt habe, sind sehr lehrreich und empfehlen sich zu Vorlesungsversuchen. (Für einen grösseren Zuhörerkreis wird man sie zweckmässig projeciren.) Ein Sartorius beispielsweise zieht sich so 20—40 mal maschinenmässig zusammen. Ändert man die Richtung des Stromes, so ändert sich meistens die Art der Zuckungen und die Geschwindigkeit ihrer Reihenfolge. Im Mittel zuckt ein Sartorius 12mal in fünf Secunden, der Hyoglossus dagegen langsamer, nur 4mal in derselben Zeit. Nicht selten kommt es vor, dass er in Folge des ersten Reizes minutenlang zusammengezogen bleibt, sich ganz langsam der Flüssigkeit nähert und dann wie erschreckt aus ihr zurückfährt. Ich gedenke später, sobald es mir möglich, des Genaueren auf diese Versuche zurückzukommen.

stärkeren Ringsfasern noch mit der Schleimhaut überzogen sind, zieht sich in beiden Richtungen zusammen. Die Ringsfasern tragen aber gewöhnlich den Sieg davon: das Stück wird der Länge nach zu einem halb offenen Ringe zusammengerollt, auf dessen (convexer) Aussenseite die Schleimhaut liegt. Nur ausnahmsweise, ich sah es einmal bei einem Wasserfrosch, siegen die Längsfasern und rollen das Stück der Quere nach zusammen.

Sehr interessant ist nun aber das Verhalten des nächsten Vierecks, welches vielleicht das obere Viertel oder bei kleinen Magen das obere Drittel des Magens einnehmen mag. Wird es in die Kalisalzlösung gelegt, so krempelt sich sofort sein oberer Rand nach Aussen um, und zwar in der Mitte am stärksten, so dass dieser Theil eingezogen ist und das ganze Stück etwa einer Sanduhr gleicht. Auch der untere Rand krempelt sich später um, aber lange nicht so bedeutend. Dieses zweite Stück rollt sich also regelmässig der Quere nach zu einem Rohr derart zusammen, dass die Schleimhautseite die convexe (äussere) Seite des Rohres bildet.

Es ist leicht zu verstehen, dass es die oben erwähnten, namentlich an der kleinen Curvatur verlaufenden äusseren Längsfasern sind, die hier das Muskelviereck in dieser Weise umformen. Schneidet man nämlich den Magen längs der kleinen Curvatur auf, so erhält man zwar ganz andere Gestalten dieses Stückes, grundsätzlich aber dieselbe Erscheinung. Wiederum krempelt sich nämlich zuerst der obere Rand des Stückes um, jetzt aber seine beiden Enden stärker als seine Mitte. Hierauf krempelt sich auch der untere Rand um, aber schwächer als der obere. Das Ganze nimmt dann ungefähr die Gestalt einer kleinen Schnecke (etwa einer Cypraea) an. Wiederum ist dieses Viereck wie vorher der Quere nach aufgerollt, aber am festesten an seinen beiden Enden, am lockersten in der Mitte.

Die nächsten Vierecke, welche etwa die Mitte des Magens und das unmittelbar unter ihr liegende Stück umfassen, rollen sich einfach der Länge nach auf und nehmen dabei ungefähr ihre natürliche Gestalt an. Die Schleimhautseite ist also die hohle Seite der Röhre. Nur selten sah ich, dass sich diese Stücke ein wenig in der Längsachse und nebenbei auch in der Querachse krümmten. Dieser letztere Vorgang würde auf das Vorhandensein von Längsfasern oder wenigstens auf Fasern mit einer Längscomponente hinweisen, die wir ja beide oben mikroskopisch nachgewiesen haben.

Je mehr man sich nun dem Pylorus nähert oder ihn gar selbst

in den Schnitt aufnimmt, um so mehr ändert sich das Verhalten des Muskelstückes. Der anfänglich in der Flüssigkeit geschlossene Ring öffnet sich gewöhnlich nach einiger Zeit ein wenig, und sein unteres Ende hebt sich etwas in die Höhe. Das Ganze bekommt die Gestalt eines Löffels, dessen hohle Seite die Schleimhautseite bildet. Der unterste Abschnitt biegt sich oft noch, wenn auch nur wenig, nach Aussen um, so dass also seine Schleimhautseite convex der Quere nach gekrümmt ist. Zur völligen Aufrollung dieses unteren Endes habe ich es aber nicht kommen sehen. Offenbar sind die hier überaus kräftigen Ringmuskeln zu stark zusammengezogen und können nicht, wie am oberen Theil des Magens, zurückgebogen und umgekrempelt werden.

Aehnliche, wenn auch nicht so überzeugende Veränderungen in der Gestalt der eben erwähnten Bänder oder Vierecke erhält man bei anderer als chemischer Reizung, z. B. elektrischer oder mechanischer. Hat man z. B. nächst dem Pylorus einen Muskelring herausgeschnitten, ihn durch Aufschneiden in ein Band verwandelt, so verdreht sich dasselbe, frei herabhängend, in Folge von Reizung mehr oder weniger stark um seine Längsachse, ein Hinweis darauf, dass seine Muskelelemente keineswegs alle parallel angeordnet sind. Ein ebenso hergerichtete Band aus der Mitte des Magens verdreht sich dagegen viel weniger, sondern rollt sich meistens einfach zusammen, ähnlich wie bei der chemischen Reizung.

Ich komme schliesslich noch zu der Besprechung der Frage, warum bisher von der Mehrzahl der Forscher, wie es scheint, dem Froschmagen eine continuirliche äussere Längsmuskelschicht zugeschrieben worden ist. Nun, die Sache liegt, wie ich glaube, sehr einfach. Da bei den meisten Wirbelthieren zwei derartige Schichten vorhanden sind, so hat man einfach um so leichter der bestehenden Angabe von dem Vorhandensein einer solchen Längsschicht zugestimmt, als sie ausserordentlich wahrscheinlich war und man sie kaum für werth fand, des Genaueren zu untersuchen.

Wie steht es nun aber mit denjenigen, die, wie man annehmen muss, den Magen genauer histologisch untersucht haben? Da glaube ich denn, dass einfach Irrthümer vorgekommen sind. Färbt man nämlich den Magen in der gewöhnlichen Art mit Carmin, Hämatoxylin und dergleichen, so wird man namentlich bei schwächerer Vergrösserung nicht leicht in der Lage sein, das Gewebe jener äusseren Schicht zu erkennen. Man wird es vornehmlich wegen der Anordnung

der Kerne — und hierin gebe ich Paul Schultz Recht — sehr leicht für quergetroffene Längsmuskeln halten. Es ist dies übrigens, wie ich das auf das Bestimmteste weiss, einigen tüchtigen Mikroskopikern begegnet. Ob ich selbst damals diesen Fehler begangen habe, oder ob es sich bei den betreffenden Schnitten um solche handelte, in denen thatsächlich zwei Muskelschichten über einander lagen, kann ich bei dem besten Willen nicht mehr sagen. Die betreffenden Präparate stehen mir nicht mehr zu Gebote.

Ausserordentlich leicht unterrichtet man sich über die (wesentlich) bindegewebige Natur der äusseren Schicht, wenn man z. B. den in Alkohol gehärteten Magen in Quer- oder Längsschnitte zerlegt, sie in Pikrocarmin färbt und in saurem Glycerin aufhellt. Die Muskeln bleiben gelb, trüb und dicht, das Bindegewebe quillt auf und färbt sich kaum oder schwach röthlich. Noch auffälliger tritt der Unterschied zwischen Bindegewebe und Muskelgewebe zu Tage, wenn man den in Pikrinsäure erhärteten Magen nachträglich in Säurefuchsin färbt. Bei zweckmässiger Abstufung der Fuchsinwirkung wird das Bindegewebe schön roth, die Muskeln bleiben gelb. Dann ist eine Verwechselung beider Gewebe vollkommen unmöglich. Jene oben erwähnten zarten Längsfasern erscheinen auf Querschnitten dann als kleine gelbe Flecke in rother Umgebung.