Die Nerven des Nahrungsschlauches.

Eine histologische Studie

von

K. Goniaew.

(Mitgetheilt von Professor Arnstein in Kasan.)

(Hierzu Tafel XXVII u. XXVIII.)

Seitdem Remak, Meissner und Auerbach den ganglionervösen Apparat des Nahrungsschlauches aufdeckten, ist dieser Gegenstand von Manz, Kollmann, Kölliker, Frey, Billroth und neuerdings von Gerlach und E. Klein geprüft worden. Eine wesentliche Erweiterung der Entdeckungen von Meissner und Auerbach ist jedoch nicht zu notiren und selbst der neueste Beobachter Gerlach konnte nur das präcisiren, was Auerbach 1862 beschrieben hat. — Durch eingehendes Studium haben wir uns überzeugt, dass die topographischen Verhältnisse durch die Entdecker so genau und naturgetreu geschildert worden sind, dass unsere verbesserten Methoden daran so gut als nichts ändern können. — Was die Structur der Ganglien anlangt, so wiederholen sich hier dieselben Streitfragen, die an den Ganglien aller Orts der Lösung harren. Für unsere Untersuchung stellten wir hauptsächlich zwei physiologisch wichtige Fragen in den Vordergrund:

1) Wie verhalten sich die in der Magendarmwand gelegenen Ganglien zu einander und zu den Mesenterialnerven, resp. Cerebrospinalnerven?

2) Wie verhalten sich die Nervenendigungen der Speiseröhre, des Magens und des Darmes?

Trotz jahrelangen Studiums ist es nur Stückwerk, was wir dem

Leser bieten, immerhin werden die Fachgenossen noch manches Neue in unseren Mittheilungen finden.

A. Die Ganglien des Darmrohres.

Um die Topographie des ganglionervösen Apparats zu studiren verfahren wir folgendermassen. Ein Stück der Magen- oder Darmwand eines eben getödteten Thieres wurde mit Nadeln an eine Wachstafel befestigt und die Schleimhaut mit dem submucösen Gewebe von der circulären Muskelschicht mittelst scharfer Scheere getrennt; darauf wurde die Serosa in Verbindung mit der Längsmuscularis von der Circulärschicht abpräparirt. Bei diesem Verfahren bleibt das submucöse (Meissner'sche) Geflecht in Verbindung mit der Schleimhaut, während das musculäre Geflecht (Auerbach) an der Innenfläche der Längsmuscularis haften bleibt; gleichzeitig bleibt das subseröse Uebergangsgeflecht zwischen Serosa und Längsmuscularis unversehrt. Das Schleimhautepithel wird mit einem Pinsel vorsichtig entfernt. Die getrennten Häute werden eine halbe Stunde lang der Einwirkung einer $\frac{1}{4}$ procentigen Chlorgoldlösung ausgesetzt und darauf in angesäuertes Wasser gelegt, wo sie mit Nadeln befestigt, so lange liegen bleiben bis sie sich intensiv violett färben. Nach vollständig eingetretener Reduction des Chlorgoldes werden die Häute in Alkohol entwässert, in Creosot aufgehellt und in Damarlack eingeschlossen. Gewöhnlich schickten wir diesem Verfahren eine Injection der Blutgefässe mit blauer Leimmasse voraus. Bei langsamer, im Laufe von mehreren Wochen fortschreitender Reduction des Chlorgolds halten sich die schliesslich in Damarlack eingeschlossenen Präparate jahrelang. — Die so hergestellten Präparate sind so durchsichtig, dass sie mit Tauchlinsen durchforscht werden können; gleichzeitig tritt das ganglionervöse Geflecht Auerbach's so scharf hervor, dass die Maschen erster Ordnung mit blossem Auge zu sehen sind.

Der Auerbach'sche Plexus umgibt den Magen und den Darm als zusammenhängendes Geflecht und liegt zwischen der äusseren Längsmuskelschicht und Ringmuskelschicht. Für den Magen ist übrigens dieser Satz nur in so weit richtig, als zwischen Peritoneum und Plexus myentericus immer eine Muskelschicht nachzuweisen ist. Die Dicke dieser Muskelschicht und die Richtung

ihrer Fasern ist verschieden, entsprechend den in verschiedener Richtung verlaufenden Muskelzügen der Magenwand. — Der Plexus myentericus besteht aus länglichen 5—6eckigen, selten 3—4eckigen Maschen von verschiedener Grösse. Beim Kaninchen schwankt die Länge der Maschen zwischen 2,428 und 0,286 Mm.; die Breite zwischen 0,714 und 0,086 Mm. Der längere Durchmesser der Maschen ist der Längsaxe des Darmes parallel. Die Stränge dieses Geflechtes bestehen aus den feinsten nackten Axencylindern oder richtiger Nervenfäden. Myelinhaltige Nervenfasern kommen im Geflechte nie vor. In den Queranastomosen und den Kreuzungspunkten dieser Stränge liegen gehäuft die Nervenzellen als charakteristisch geformte Ganglien. Letztere sind flach, sternförmig mehr oder weniger in die Länge gezogen, 3—4—5strahlig; die Ränder zwischen den Strahlen sind concav und nur ausnahmsweise convex, etwas häufiger fanden wir letzteres Verhalten im Magengeflechte, wo auch die Ganglien durchschnittlich etwas grösser sind. — In den grösseren Ganglien liegen die Nervenzellen sehr gedrängt, in den kleineren aus 5—6 Zellen bestehenden Ganglien rücken die Nervenzellen häufig auseinander; ausserdem findet man vereinzelte Zellen in der Continuität der Stränge. Aus diesen Strängen und Ganglien entspringen feine aus 3—10 und mehr Nervenfäden bestehende Bündel, die unter einander anastomosiren, so dass ein secundäres (intermediäres) Geflecht entsteht, das in den Interstitien des (primären) Hauptgeflechtes ausgespannt ist und sich von diesem durch dünnere Stränge, engere Maschen und Abwesenheit von Nervenzellen unterscheidet. Aus diesem Geflechte entspringen die zu den Muskeln sich begebenden Nervenfäden.

Die Mesenterialnerven durchsetzen den Peritonealüberzug der Magendarmwand und bilden das von Auerbach beschriebene Uebergangsgeflecht, das in dem straffen Bindegewebe zwischen Serosa und Längsmuscularis liegt und keine Nervenzellen enthält, wohl aber eine Anzahl myelinhaltiger Nervenfasern; der weitaus grösste Theil der Nervenfasern besitzt auch hier keine Myelinscheide. Dieses subseröse Geflecht ist nur in der Nähe der Anhaftungsstelle des Mesenteriums an die Magendarmwand vorhanden, an der entgegengesetzten Peripherie fehlt es, weil die Stränge dieses Geflechtes, die Längsmuscularis durchbohrend, in den Plexus myentericus eintreten. Am leichtesten überzeugt man sich von diesem Verhältniss, wenn man Schrägschnitte anfertigt, in denen beide Geflechte ent-

halten sind. Die Stränge des subserösen Geflechtes sind weniger zahlreich und dünner, als die des Plexus myentericus, ein Verhalten, das bereits Auerbach urgirte und als Beweis für die Entstehung neuer Nervenfasern innerhalb des von ihm entdeckten Plexus verwethete. Wir kommen darauf noch zurück.

Der Meissner'sche Plexus submucosus unterscheidet sich vom Plexus myentericus durch die Dicke der Stränge und die Form der Ganglien. Die Stränge sind viel dünner und die durch sie gebildeten Maschen im Ganzen grösser und viel unregelmässiger als im Auerbach'schen Geflechte. Die Ganglien gestalten sich zu 3—4eckigen Gebilden mit convexen Rändern, sie sind nicht flach, sondern besitzen eine gewisse Dicke, die Nervenzellen eines Ganglions liegen nicht alle in einem Niveau, sondern zum Theil gehäuft über einander. Die Ganglien sind viel breiter und dicker, als die von ihnen abgehenden Stränge, während die Stränge des Plexus myentericus an den Stellen, wo Ganglien eingelagert sind, keine oder doch nur unbedeutende Verdickungen zeigen. — Aus dem Meissner'schen Geflechte entspringen Nervenbündel, die in der Schleimhaut ein weitmaschiges Uebergangsgeflecht bilden und die Muscularis mucosae zum Theil gemeinschaftlich mit den Gefässen durchbohren. In den oberflächlichen Schleimhautschichten lösen sich die Bündel in einzelne Nervenfasern auf, die zum Theil die Capillaren begleiten, zum Theil die Drüsen und das Oberflächenepithel aufsuchen.

Wir versuchten die Beziehungen der beiden Geflechte zu einander aufzudecken. An Verticalschnitten kömmt man zu keinem Resultat, man sieht allenfalls Nervenbündel, die das Muskelstratum durchsetzen; ob das Anastomosen zwischen beiden Geflechten sind oder Bündel, die von den Mesenterialnerven stammen, ist nicht auszumachen, da auf Verticalschnitten die Ganglien sich nur ausnahmsweise dem Beobachter präsentiren. Viel instructiver sind in dieser Beziehung Flächenbilder. Es gelingt nämlich an dem dünnen, durchsichtigen Darms des Kaninchens Chlorgoldpräparate zu erhalten, in denen beide Nervengeflechte scharf hervortreten. — Vor der Bearbeitung mit Chlorgold müssen die oberflächlichen Schleimhautschichten mittels scharfer Scheere entfernt werden, so dass das

submucöse Gewebe mit dem Meissner'schen Geflechte an der Ringmuskelschicht haften bleibt. Bei gelungener Färbung ist die Ringmuskelschicht so durchsichtig, dass der Plexus myentericus vollkommen scharf hervortritt und gewöhnlich etwas stärker tingirt erscheint, als der dem Beobachter zugekehrte Plexus submucosus. Verfolgt man nun die Stränge beider Geflechte, so sieht man häufig die dem submucösen Geflechte angehörigen Stränge über die des Plexus myentericus hinwegziehen; die sich kreuzenden Stränge anastomosiren nicht mit einander, man kann sich davon durch Verschiebung des Tubus auf's entschiedenste überzeugen. Bei weiterem Studium des Präparats stösst man auf Stränge, von denen man anfangs nicht weiss, ob sie dem einen oder dem anderen Geflechte angehören; verfolgt man sie weiter bis zu ihren Ansätzen, die nicht in einem Niveau liegen, so stösst man einerseits auf ein Ganglion des Meissner'schen Geflechtes, andererseits auf ein dem Auerbach'schen Geflechte angehöriges Ganglion. Die grundverschiedenen Formen der Ganglien beider Geflechte und ihre verschiedene Lagerung machen eine sichere differentielle Diagnose möglich. Wir haben es also zu thun mit directen Anastomosen von Ganglion zu Ganglion. Viel schwieriger wird die Entscheidung, wenn diese anastomotischen Stränge nicht direct von Ganglion zu Ganglion ziehen, sondern ein Ganglion des einen Geflechtes mit einem primären oder secundären Strange des anderen Geflechtes, oder zwei verschiedenen Geflechten angehörige Stränge verbinden. Immerhin kann man sich auch von der Existenz solcher indirecter Anastomosen überzeugen, wenn man die Ringmuskelschicht als Grenzmarke zwischen beiden Geflechten festhält und die schräg verlaufenden anastomotischen Stränge bis an ihre Endpunkte verfolgt. Die Dicke der Stränge, die Grösse und Form der Maschen und der zugehörigen Ganglien geben schliesslich den Ausschlag. Die meisten anastomotischen Stränge durchsetzen die Ringmuskelschicht in sehr schräger Richtung. Zwischen dem Meissner'schen und dem Auerbach'schen Plexus findet also ein Faseraustausch statt. Genauere Angaben über den weiteren Verlauf der anastomotischen Fasern zu machen, sind wir ausser Stande. Wenn auch der Ausspruch Auerbach's richtig ist, »dass die Gangliën grösstentheils Hemiganglien im Sinne Remak's sind, insofern ein Theil der eintretenden Fasern das Ganglion nur durchsetzt«, so fehlt uns immerhin jedes Criterium, um die in einem Strange verlaufenden Fasern

auf ihren Ursprung zurückzuführen. Sie können ebenso gut aus dem nächsten Ganglion desselben Geflechtes als aus einem entfernteren Ganglion des anderen Geflechtes oder gar aus den Mesenterialnerven stammen. Unsere gegenwärtigen Kenntnisse lassen auch die Auffassung zu, dass die beiden in der Magendarmwand gelegenen Geflechte ein physiologisches Ganze bilden, dessen Theile nur räumlich auseinander gehalten werden und durch Anastomosen zusammenhängen. In Bezug auf die feinere Structur verhalten sich beide Geflechte ganz gleich und was den Unterschied in der äusseren Form der Ganglien anlangt, so ist wohl die flache Form der Auerbach'schen Ganglien abhängig von der spärlichen Schicht straffen Bindegewebes, das zwischen den beiden Muskelschichten ausgespannt ist.

Die Structur der Ganglien und Stränge studirten wir theils an Chlorgoldpräparaten, die in Glycerin eingeschlossen waren; die Entwässerung in Alkohol muss vermieden werden, da sowohl Nervenzellen, wie Nervenfasern sehr stark verändert werden und im Damarlack die Details vollends schwinden. Die besten Resultate erzielten wir mit sehr schwachen Lösungen von Essigsäure und Chromsäure. Die Gefässe des Magens und des Darmes wurden vorläufig mit Berlinerblaulösung ausgespritzt; kleine Stücke der Magen- oder Darmwand wurden auf 20—24 Stunden in eine $\frac{1}{2}\%$ Essigsäurelösung gethan und darauf auf kurze Zeit (4—5 Stunden) der Einwirkung einer $\frac{1}{100}\%$ Chromsäurelösung ausgesetzt. Die gequollenen Häute wurden derart gespalten, dass die beiden Geflechte gesondert untersucht werden konnten; das seröse Blatt bleibt mit der Längsmuskelschicht in Verbindung. Die Häute werden vorsichtig in der Chromsäurelösung oder in Glycerin ausgebreitet und sofort untersucht.

Die so hergestellten Präparate sind fast glasartig durchscheinend, die Nervenzellen sind leicht körnig mit einem Stich ins Gelbliche; ihre Fortsätze sind sehr scharf contourirt und können auf lange Strecken verfolgt werden, die feinsten Nervenfasern treten so scharf hervor, dass sie bis an die Muskelspindeln zu verfolgen sind. Eingeschlossen wurden diese Präparate in Glycerin, sie hielten sich darin fast ein Jahr unverändert, dann schwanden aber allmählich die scharfen Umrisse und die feinen Nervenfasern. Die Injection der Blutgefässe erleichtert ungemein die Untersuchung. Die Ganglien des Plexus myentericus besitzen ein besonderes Capillarnetz, das

sich von dem das Muskelstratum versorgenden durch die Grösse und Form der Maschen scharf unterscheidet. Die Maschen des letzteren sind schmal und lang (Fig. 1a), während das die Ganglien durchsetzende Capillarnetz kleine rundliche Maschen besitzt; daher fallen die Ganglien in dem sehr durchsichtigen Präparate schon bei geringer Vergrösserung auf. Man sieht ausserdem mit Syst. 4 Hartnack sehr fein gestreifte Stränge zu den Ganglien ziehen, in denen die Nervenzellen als ovale oder sternförmige Körper hervortreten. Bei einer Vergrösserung von 400—800 lassen sich die Stränge des Geflechtes in einzelne Nervenfäden auflösen, die weder Kerne, noch Myelinscheide besitzen; die im Präparate hervortretenden Kerne gehören der in Essigsäure gequollenen Bindegewebsscheide, Fig. 3. Von diesen flachen Nervenbündeln gehen Zweigbündel zu den nächstgelegenen Strängen ab. Netzförmig angeordnete Nervenfäden kommen jedoch weder in den Ganglien noch in den Strängen vor; die Nervenfäden bilden hier keinen »Nervenzilz«, sondern laufen alle in einer Richtung. Nur an den Kreuzungsstellen der Stränge, wo Nervenzellen eingelagert sind, verlaufen die Nervenfäden in verschiedener Richtung, um in die betreffenden Stränge auszustrahlen, ein Netz kommt jedoch auch hier nicht zu Stande. — Damit stimmt auch das Verhalten der Nervenfäden zu den Fortsätzen der Nervenzellen. Letztere präsentieren sich in unseren Präparaten als länglichovale oder sternförmige etwas körnige Gebilde mit grossem, bläschenförmigem Kerne und Kernkörperchen. Diese Nervenzellen sind 0,03—0,074 Mm. lang und 0,017—0,026 Mm. breit. An den sternförmigen Zellen sieht man schon bei oberflächlicher Betrachtung mehrere Fortsätze; an den länglich-ovalen im Verlaufe der Stränge eingeschalteten Gebilden erscheinen gewöhnlich anfangs nur zwei an den Polen in entgegengesetzter Richtung abgehende Fortsätze; sieht man genauer hin, so entdeckt man gewöhnlich noch andere Fortsätze, die von den Seiten und Flächen des Zellkörpers abgehen. Sind die Fortsätze für die Beobachtung günstig gelagert, so kann man sie an unseren Präparaten auf sehr weite Strecken verfolgen, weil sie eben sehr scharf contourirt sind, Fig. 3. Sie schlagen immer die Richtung der nächstgelegenen Nervenfäden ein, anfangs sind sie bedeutend dicker als letztere, in dem Maasse, als sie sich vom Zellkörper entfernen, werden sie dünner und theilen sich, d. h. spalten sich unter spitzem Winkel in zwei gesondert verlaufende dünnere Fäden, die häufig noch eine Strecke weiter verfolgt werden

können; sie verschwinden schliesslich zwischen den benachbarten Nervenfasern, denen sie hier an Dicke und Lichtbrechungsvermögen vollkommen entsprechen. Weitere Theilungen haben wir innerhalb der Stränge nicht gesehen, wollen jedoch ihr Vorkommen nicht in Abrede stellen. Ausser den beschriebenen multipolaren Ganglienzellen stösst man in seltenen Fällen auf Zellen, die entschieden unipolar sind. Das lässt sich am leichtesten nachweisen an den Zellen, die nicht im Ganglion selbst, sondern in dessen Nähe liegen. Der Fortsatz solch einer Zelle begibt sich gewöhnlich zum nächsten Ganglion, zwischen dessen Fasern er sich verliert. — Fig. 4 ist einem Chlorgoldglycerinpräparate entnommen; die Färbung war in diesem Falle vollkommen gelungen, es hatten sich nur die nervösen Elemente gefärbt, während das Bindegewebe farblos und transparent erschien. Der dicke und breite Fortsatz der rundlichen Zelle zeigte eine deutlich fibrilläre Structur; die einzelnen dunkelgefärbten Fibrillen traten äusserst scharf hervor und konnten eine Strecke weit noch im Ganglion verfolgt werden. Dieser Fall illustriert sehr gut die von Max Schultze begründete Lehre von der fibrillären Structur der Nervenzellenfortsätze.

Unsere Beobachtungen lehren somit, dass die Nervenfasern des Magendarmgeflechtes aus den Ganglienzellen auf zweierlei Art entspringen: 1) indem die Zellenfortsätze in verschiedener Richtung ausstrahlend, durch Theilung und Verfeinerung zu Nervenfasern werden, und 2) indem die in einem Zellenfortsatze einer unipolaren Zelle enthaltenen Fibrillen ins Ganglion eintreten und in einer Richtung weiter gehen. Ob diese verschiedene Ursprungsweise eine verschiedene physiologische Dignität involvirt, ist uns zweifelhaft. Andeutungsweise sei jedoch erwähnt, dass der auf Fig. 3 versinnlichte Zusammenhang von Nerv und Zelle die Auffassung zulässt, dass diese Gebilde nur den Zusammenhang zwischen Centrum und Peripherie vermitteln, während der zweite viel seltenere Ursprungsmodus (Fig. 4) der betreffenden Nervenzelle die Dignität eines nervösen Centrums zuweist. Die beigebrachten Data standen schon fest und waren auf der Naturforscherversammlung in Kasan im August 1873 bereits mitgetheilt, als uns die Abhandlung von Gerlach ¹⁾ zukam, in der das Verhalten der Nervenzellen zu den Ner-

1) Ueber den Auerbach'schen Plexus myentericus. Leipziger physiologische Arbeiten VII. 1873.

venfasern im Plexus myentericus und in dem nervösen Centralorgan parallelisirt wird. Wie aus dem Mitgetheilten hervorgeht, können wir dieser Auffassung nicht beipflichten. Der feine Nervenfilz, der für die graue Substanz der Centralorgane so charakteristisch ist, und sowohl an Schnitt- als Zupfpräparaten hervortritt, existirt weder in den Ganglien, noch in den Strängen des Darmgeflechtes; ein feines Netz von Nervenfasern ist hier nie zu sehen, und was die Macerations- und Zupfpräparate anlangt, aus denen Gerlach seine Beweise entnimmt (Gerlach Fig. 1), so wird eben beim Maceriren und Zupfen so manches Zusammengehörige getrennt und verschoben. Für die aus zarten Nervenfasern bestehenden Zellfortsätze ist die Zupfmethode eine sehr precäre.

B. Die Nervenendigungen in der Speiseröhre und im Magen.

Unsere anfängliche Absicht eine Schilderung der Nervenendigungen im ganzen Nahrungsschlauche zu liefern, mussten wir vorläufig aufgeben, wollten wir die Publication derjenigen Facta, die sich auf Speiseröhre und Magen beziehen nicht noch länger hinten-anhalten. Vielleicht ist es uns vergönnt später ein Mal auf die Nervenendigungen im Darme speciell zurückzukommen.

I. Die Nervenendigungen in der Speiseröhre des Frosches.

Die Untersuchungen des Herrn Goniaew erstreckten sich auf verschiedene Säugethiere und auf den Frosch; als abgeschlossen sind nur die Untersuchungen am Frosche zu betrachten, auf diesen speciell bezieht sich die nachfolgende Schilderung. — In den tiefen Schichten des Froschoesophagus liegen Nervenstämmchen, die zum Theil aus blassen, zum Theil aus myelinhaltigen Nervenfasern bestehen. Im Verlaufe dieser Stämmchen sind Nervenzellen eingeschaltet, die mit den bekannten Beale-Arnold'schen kernhaltigen Spiralfasern, sowie mit myelinhaltigen Fasern zusammenhängen. Aus diesen Nervenstämmchen entspringen Bündel von Nervenfasern, die theils selbstständig, theils mit den Gefäßen zur Schleimhautoberfläche ziehen. Auf diesem Wege verlieren die Nervenfasern ihre Myelinscheide, theilen sich vielfach und anastomosiren unter einander, so dass in den oberflächlichen Schleimhautschichten ein zartes Netz feiner kernhaltiger Fasern entsteht, das an gelungenen

Chlorgoldpräparaten ein sehr zierliches Bild liefert. An Verticalschnitten sieht man aus diesem oberflächlichen Netze feine Nervenfasern gegen das Epithel ausstrahlen, Fig. 5. Man überzeugt sich unschwer, dass diese Fäden in das Epithelialstratum eindringen; viel schwieriger ist es, darüber ins Klare zu kommen, wie sie sich zu den Epithelzellen verhalten. Endigen sie frei zwischen den letzteren, oder hängen sie mit ihnen zusammen? Ist der Schnitt sehr fein und die Epithelialschicht nicht zu stark gefärbt, so sieht man zwischen den violetten oder rosenrothen Epithelien schwärzliche Fäden, die sich manchmal von den Contouren der anliegenden Epithelien scharf abheben; ein paar Mal sehen wir Theilungen solcher Fäden innerhalb der Epithelialschicht, Fig. 7 a. Zerzupft man solch ein Präparat, so isoliren sich schwärzliche kurze Fäden; von einem Zusammenhange zwischen diesen Fäden und den Epithelien sieht man auch an Isolationspräparaten nichts.

Ausser dem beschriebenen Netze von Nervenfasern, die schliesslich ins Oberflächenepithel ausstrahlen, gehen gesonderte myelinhaltige Nervenfasern zu den Drüsen des Froschoesophagus. Diese Fasern theilen sich gewöhnlich erst in der Nähe der Drüsen, verlieren gleichzeitig ihre Myelinscheide und bilden ein zartes Netz kernhaltiger Nervenfasern, die die einzelnen Drüsen umspinnen und zwischen den Drüsenbläschen eindringt. Wir haben jedoch nie gesehen, dass eins von den feinen Nervenfasern die Membrana propria eines Drüsenbläschens durchbohrte, wohl aber anastomosiren die dem Drüsenbläschen anliegenden Fäden unter einander, so dass ein weitmaschiges Terminalnetz zu Stande kommt. Ein Theil der in die Drüsen sich einsenkenden Nerven ist für die Blutgefässe der Drüsen bestimmt; davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man auf einem Schnittpräparate die Verzweigungen einer kleinen Drüsenarterie verfolgt. Man sieht eine oder zwei Nervenfasern das Gefäss begleiten und sich theilen, entsprechend den Verzweigungen des Gefässes; häufig gelingt es, die Nerven bis an die Capillaren zu verfolgen.

Der Froschoesophagus ist ein sehr günstiges Object für das Studium der Gefässnerven. In den kleineren Arterien unterscheiden wir ein doppeltes, die Gefässwand durchsetzendes Geflecht: 1) ein oberflächliches in der Adventitia ¹⁾ gelegenes und 2) ein tiefes auf

1) Von His zuerst beschrieben. Virch. Arch. Bd. 28. p. 427.

und zwischen den Muskelspindeln ¹⁾ gelegenes Netz. Beide Netze anastomosiren mit einander und bestehen aus kernhaltigen blassen Fasern. Das oberflächliche adventitiäle Netz ist weitmaschiger, als das tiefgelegene musculäre. Lässt man Chlorgoldpräparate längere Zeit in angesäuertem Wasser, so quillt die Adventitia auf; dadurch hebt sich das adventitiäle Netz von dem musculären ab, so dass die Anastomosen zwischen beiden Netzen sehr schön hervortreten. Die anastomotischen Zweige gehen Theilungen ein und verfeinern sich in dem Maasse, als sie in die Muscularis eintreten; dadurch entsteht zwischen den Muskelspindeln ein engmaschiges Netz, das die ganze Peripherie des Gefässes umgibt. An gelungenen Präparaten sieht man keine freien Endigungen, auch hier haben wir es mit einem Terminalnetze zu thun. In den kleinen Venen ist das Nervenendnetz ein weitmaschiges, in der dünnen Venenwand kann man kein Doppelnetz wie in den entsprechenden Arterien unterscheiden, da die Muscularis hier sehr schwach ausgebildet ist.

In den oberflächlichen Schichten der Schleimhaut des Frosch-ösophagus ist ein dichtes Capillarnetz ausgebreitet, das man am besten zu Gesicht bekommt, wenn man ein mit Chlorgold behandeltes Stück Schleimhaut in Glycerin vorsichtig ausbreitet, nachdem man das Epithel entfernt hat. An solchen Präparaten sieht man dünne Bündel kernhaltiger Nervenfasern die Gefässe begleiten; dann sieht man die einzelnen Nervenfäden verschiedene Richtungen einschlagen, sich theilen und die zahlreichen Capillaren begleiten. Verfolgt man die einzelnen Fäden weiter, so sieht man sie häufig dem zugehörigen Capillargefässe unmittelbar anliegen oder aufliegen, dann sich von ihm trennen und mit benachbarten Nervenfäden anastomosiren. Diese Fäden besitzen zahlreiche Verdickungen, besonders an den Knotenpunkten; letztere liegen häufig der Capillarwand unmittelbar auf, und versagt hier zufällig das Chlorgold, so hat es den Anschein, als ob eine »knopfförmige Nervenendigung« der Capillarwand aufliegt. Solche Bilder hat unseres Wissens zuerst Kessel ²⁾ im Trommelfell beschrieben. An vollkommen gelungenen Präparaten sieht man weder zwischen, noch an den Capillaren freie, knopfförmige Nervenendigungen; es ist vielmehr ein Endnetz von

1) Von Julius Arnold zuerst beschrieben. Stricker's Handb. p. 137.

2) Stricker's Handbuch p. 851.

Nervenfasern, das zwischen und an den Gefässschlingen ausgespannt ist. Die Maschen des Endnetzes sind etwas grösser, als die des Gefässnetzes; immerhin werden die meisten Capillarschlingen wenigstens eine Strecke weit von einem Nervenfaden begleitet.

II. Die Nervenendigungen im Magen des Frosches.

Die Nerven des Froschmagens begeben sich 1) zu den Gefässen, 2) zum Epithel, 3) zu den Muskeln. In der eigentlichen Schleimhaut besitzen die Nerven keine Myelinscheide; es sind nackte kernhaltige Fäden, die zu Bündeln vereint die Muscularis mucosae durchbohren. Ein Theil von ihnen begleitet auf diesem Wege die Gefässe, ein anderer verläuft selbstständig, Fig. 8. In der Schleimhaut zerfallen die Bündel in einzelne Fasern, die Theilungen eingehen und sich zu den Capillaren, zu dem Oberflächenepithel und zu den Drüsen begeben.

Was die Gefässnerven anlangt, so haben wir die darauf bezüglichen Details bei der Beschreibung der Oesophagusnerven erwähnt und wollen hier nur einige Punkte hervorheben, die mehr topographisches Interesse haben, die aber insofern wichtig sind, als sie uns ein Mittel an die Hand geben, die Gefässnerven schon durch ihre Verlaufsweise von den übrigen Nerven zu unterscheiden. — Fertigt man sehr feine Verticalschnitte von einem mit Chlorgold behandelten Froschmagen an, so sieht man schon bei schwacher Vergrösserung sehr feine zur Schleimhautoberfläche und zu einander parallele schwärzliche Fäden, die von Strecke zu Strecke durch Queranastomosen unter einander zusammenhängen; diese Queranastomosen liegen gewöhnlich dort, wo eine Capillarschlinge bogenförmig verläuft, dadurch wird letztere von den Nervenfäden umspinnen, Fig. 11. Niemals gehen von diesen Fäden Zweige zur Oberfläche, d. h. zum Epithel; wir haben es hier offenbar mit Gefässnerven zu thun. Sucht man nach der Ursprungsstätte dieser Fäden, so findet man sie in den die Arterien begleitenden und die Muscularis mucosae durchbohrenden Nervenbündeln, von denen sich einzelne Fasern bogenförmig abzweigen und somit aus der verticalen in die horizontale Richtung übergehen, da aber diese Aenderung in der Verlaufsrichtung der einzelnen Fasern in verschiedenen Tiefen vor sich geht, so verlaufen auch nach geschehener Biegung

die einzelnen Fasern in verschiedenen Tiefen. Der oberflächlichste Faden liegt fast dicht unter der Schleimhautoberfläche, der tiefste in der Nähe der Muscularis mucosae. An dem unteren Faden der Fig. 11 ist die bogenförmige Verlaufsrichtung noch deutlich ausgesprochen. Flächenbilder, resp. Horizontalschnitte sind hier wenig instructiv wegen der zahlreichen Drüsen. Die Beziehungen der Nerven zu den Capillaren sind hier dieselben wie im Oesophagus; in dieser Hinsicht verhalten sich alle Schleimhäute äusserst ähnlich¹⁾. Abgesehen von den beschriebenen Nerven gibt es in der Schleimhaut des Froschmagens noch ein ganzes System von Fäden, deren Verlaufsweise und Zielpunkte von denen der Gefässnerven ganz verschieden sind. Schon bei geringer Vergrösserung sieht man in tiefen Schleimhautschichten in der Nähe der Muscularis mucosae feine Bündel von Nervenfasern direkt zur Schleimhautoberfläche hinziehen. Letztere theilen sich wiederholt, und mustert man sie genauer bei starker Vergrösserung, so gelingt es häufig, an sehr feinen Verticalschnitten diese Fäden bis an das Oberflächenepithel zu verfolgen, Fig. 10. In seltenen Fällen sieht man sie sogar zwischen den verjüngten Enden der Cylinderzellen. Trütschel²⁾ lässt diese Fäden in Endkolben auslaufen. Diese Endkolben existiren als solche nicht; das sind Becherzellen, die, aus Cylinderzellen entstanden, in manchen Präparaten gar nicht vorkommen, an anderen

1) Wir haben in letzter Zeit auch andere Schleimhäute und die serösen Häute in Bezug auf die Nervenendigungen einer eingehenden Prüfung unterzogen und sind zur Ueberzeugung gelangt, dass in den bindegewebigen Häuten freie Nervenendigungen nicht existiren; letztere kommen nur in der Epithelialdecke vor, wo diese fehlt, fehlen auch die freien Nervenendigungen. In der bindegewebigen Grundlage der genannten Häute kommen nur Terminalnetze vor, die theils den Capillaren, theils dem Bindegewebe als solchen angehören. Beim Frosche präsentirt sich das dem Bindegewebe angehörige Terminalnetz am schönsten in der dünnen Membran, welche die Bauchhöhle von dem grossen Lymphsack trennt. Dieser Theil des Peritoneums ist nämlich auf grossen Strecken gefässlos und ist somit gleich der Hornhaut ein sehr bequemes Object für das Studium der fraglichen Verhältnisse. Die von Cyon (Leipzig. phys. Arb. 1869) beschriebenen Endschlingen sind nur Bruchstücke des sehr schön entwickelten Terminalnetzes. (Arnstein.)

2) Trütschel, Centralbl. f. d. medic. Wissensch. 1870 und Russische Dissertation.

wieder zahlreich sind und sich in Chlorgold mitunter stark färben. Mit dieser Deutung stimmt auch eine Angabe von Thanhoffer¹⁾, der die Nerven der Darmzotten in den Cylinderepithelien endigen lässt.

Wir müssen den Zusammenhang zwischen Nerv und Epithelzelle entschieden in Abrede stellen. Wenn wir aber die Continuität verwerfen, so müssen wir der Contiguität das Wort reden. Die Nervenfäden nähern sich den Epithelien bis zur Berührung; ähnlich wie im Froschösophagus endigen auch hier die (sensiblen?) Nerven frei zwischen den Epithelien.

Was die Magendrüsen anlangt, so sieht man häufig Nervenfäden den Drüsen anliegen (Fig. 9 u. 10) und scheinbar die Membrana propria durchbohren, wenigstens ändern diese Fäden häufig ihre Verlaufsrichtung derart, dass sie bei Fixirung der Drüsenoberfläche undeutlich werden, hingegen scharf hervortreten, sobald man den Tubus des Mikroskops senkt. Auch an Drüsen, die vom Schnitte getroffen wurden, sieht man manchmal Fäden zwischen den Drüsenepithelien. Von einem Zusammenhange beider Gebilde konnten wir auch hier nichts sehen, auch sind wir keineswegs sicher, die letzten Nervenendigungen in den Magendrüsen vor Augen gehabt zu haben. Die starke Reduction des Chlorgolds durch die Drüsenzellen, macht gewöhnlich eine kritische Beurtheilung dessen, was man sieht, illusorisch. Vorläufig müssen wir uns bescheiden, die nahen Beziehungen der Nerven zu den Magendrüsen aufgedeckt zu haben; hingegen muss die Frage hinsichtlich der Nervenendigungen als eine offene betrachtet werden.

Die Nervenendigungen in der glatten Musculatur lassen sich zum Theil schon mit der Eingangs erwähnten Essigsäure-Chromsäuremethode sichtbar machen. Verfolgt man die secundären Stränge des Plexus myentericus, so sieht man sie büschel- oder pinselförmig in die Musculatur ausstrahlen; in der nächsten Nähe der letzteren theilen sich die feinen Fäden mehrfach, wodurch ein sehr zierliches Bild entsteht. Man sieht eine Menge feinsten, scharf contourirter Fäden sich in das glashelle Muskelstratum einsenken; häufig gelingt es, die Fäden bis an die sehr deutlich hervortretenden Muskelkerne zu verfolgen. Ein so vollständiges intramuskuläres Nervennetz, wie

1) Ludwig v. Thanhoffer, Pflüger's Archiv Bd. 8. p. 391.

es Arnold mittels des Chlorgolds aufgedeckt hat, bekommt man jedoch nicht zu Gesicht. Versucht man nun dieses Bild an Chlorgoldpräparaten zu vervollständigen, so erhält man allerdings sehr leicht ein zwischen den Muskelspindeln gelegenes Netz schwärzlicher Fäden, hingegen ist der Beweis, dass diese Fäden nervöser Natur sind und nicht etwa gefärbte Kittsubstanz, sehr schwer zu erbringen. Die Formen der Maschen des fraglichen Netzes wechseln nämlich mit der Richtung, in der die Muskelspindeln von dem Schnitte getroffen wurden; die Maschen erscheinen bald regelmässig, 5—6eckig, bald mehr oder weniger verschoben, in die Länge gezogen u. s. f. Die Contouren der Muskelspindel fallen gewöhnlich mit dem Fadennetze zusammen, man kann beides häufig nicht auseinanderhalten. Immerhin ist es uns mehrere Male gelungen, Präparate zu erhalten, in denen sich das Fadennetz von den Contouren der Muskeln so scharf abhob, dass ein Zweifel an der Existenz dieses Netzes nicht aufkommen konnte. Alle Zweifel wären gehoben, wenn man den Zusammenhang dieses Netzes mit unzweifelhaften Nerven demonstrieren könnte. Dieser Nachweis ist uns leider nur zum Theil gelungen; wir sahen wohl auch an Chlorgoldpräparaten Nerven ins Muskelstratum eindringen und dort Theilungen eingehen, aber solche zusammenhängende Bilder wie sie Arnold zeichnet, haben wir nicht erhalten und vermuthen, dass der zuverlässige und scharfe Beobachter dem Schema einige Concessionen gemacht hat.

Wie aus dem Texte ersichtlich, haben wir zum Studium der Nervenendigungen ausschliesslich Chlorgoldpräparate benutzt. Wir gebrauchten eine $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ % Lösung und verfahren theils nach den Vorschriften von Cohnheim, theils nach denen von Henoique (*Arch. de physiol. normal et pathologique* 1870. III.). Letztere Methode verdient insofern den Vorzug, als die Reduction des Chlorgolds schon nach wenigen Minuten eintritt und man sich sofort vergewissern kann, ob die Färbung gelungen ist, oder nicht. Die Präparate wurden in Glycerin eingeschlossen und viele von ihnen halten sich seit fast zwei Jahren unverändert.

Literatur der Magen-Darmganglien.

1. Remak. Zeitung des Vereins für Heilkunde in Preussen 1840. No. 2 und Müller's Arch. 1858. p. 189.
2. Meissner. Zeitschrift für ration. Medic. VIII. 1857. p. 364.
3. Manz. Nerven und Ganglien des Säugethierdarmes. Freiburg 1858.
4. Billroth. Müller's Arch. 1858. p. 148.
5. Reichert. Arch. v. Reichert u. Du Bois-Reym. 1859. p. 530.
6. Hoyer. Ibidem 1860. p. 543.
7. Schroeder. Ibidem 1865.
8. W. Krause. Anatomische Untersuchungen 1861. p. 64.
9. L. Auerbach. Ueber einen Plexus myentericus. Breslau 1862 u. Virch. Arch. Bd. 30.
10. Breiter u. Frey. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie XI. p. 126.
11. J. Kollmann. Ueber den Verlauf der Vagi in der Bauchhöhle. Zeitschr. f. wiss. Zool. X. p. 413.
12. Kölliker. Gewebelehre 1867.
13. Gerlach. Ueber den Auerbach'schen Plexus myentericus. Leipz. physiol. Arbeiten VII. 1872.
14. E. Klein. Contributions to the Anatomy of Auerbach's plexus in the intestine of the frog and toad. Quarterly Journal of microscopical science 1873. p. 377.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXVII u. XXVIII.

- Fig. 1. Plexus myentericus aus dem Dünndarme des Kaninchens. Blutgefäße (a) schwarz; Plexus (b) grau. Das mit Berlinerblau injicirte Capillarnetz zeigt längliche Maschen und gehört dem Muskelstratum. Die Nervenzellen in den Ganglien haben sich bedeutend dunkler gefärbt, als die Stränge; die dünnen secundären Stränge sind netzartig zwischen den breiteren Hauptsträngen ausgespannt. Oc. 3. S. 4. Hartnack.

- Fig. 2. Dasselbe Präparat bei Loupenvergrößerung. Die secundären Stränge treten nur undeutlich als schraffirter Untergrund hervor.
- Fig. 3. Plexus myentericus aus dem Dickdarme der Katze. Essigsäure-Chromsäurepräparat in Glycerin eingeschlossen. Ein Hauptstrang des Geflechtes mit 4 Ganglienzellen, deren Fortsätze sich sehr weit verfolgen lassen und bei a Theilungen eingehen. Die Contouren der Zellen und ihrer Fortsätze sind mittels der Camera lucida aufgenommen. Oc. 3. S. 8. Hartnack.
- Fig. 4. Unipolare Ganglienzelle aus dem Dünndarme der Katze. Die Fibrillen des Zellfortsatzes treten sehr scharf hervor und lassen sich eine Strecke weit im Ganglion verfolgen. Die Contouren der Zelle und ihres Fortsatzes sind mittels der Camera lucida gezeichnet. — Chlorgoldglycerinpräparat. Oc. 3. S. 8. Hartnack.
- Fig. 5. Froschoesophagus. Nervenstämmchen (a), die sich in ein Netz auflösen und zahlreiche Fäden zum Epithel (b) schicken. Das Netz ist unvollständig, weil mehrere Fäden vom Schnitte getroffen wurden. Chlorgoldglycerinpräparat. Oc. 3. S. 4. Hartnack.
- Fig. 6. Froschoesophagus. Schiefschnitt; man sieht die Nerven bis ans Epithel reichen. Die Endigungsweise ist jedoch nicht sicher festzustellen. Chlorgoldglycerinpräparat. Oc. 3. S. 7.
- Fig. 7. Flimmerepithel des Froschoesophagus mit Chlorgold behandelt; ein Theil der Epithelien hat Becherform angenommen. Man sieht zwischen den Epithelien schwarze Fäden, die sich bei a theilen. Oc. 3. S. 7. Hartnack.
- Fig. 8. Froschmagen. a. Nervenbündel, die zum Theil mit den Gefässen die Muscularis mucosae (c) durchbohren, um sich in der Schleimhaut zu verzweigen. Die Verdickungen an den Nervenfasern können bei oberflächlicher Betrachtung für Endkolben gehalten werden. (Die Nervenfasern in den Nervenbündeln a sind aus Versehen zu fein gezeichnet.) Chlorgoldglycerinpräparat. Oc. 3. S. 5. Hartnack.
- Fig. 9. Froschmagen. Schiefschnitt. Man sieht eine Anzahl Nervenfasern (a) aus tiefen Schleimhautschichten gegen die Oberfläche ziehen und auf diesem Wege zum Theil den Drüsen (c) anliegen. Andere Fasern verlaufen horizontal. b. Capillar. m. Muscularis mucosae. Chlorgoldglycerinpräparat. Oc. 3. S. 8. Hartnack.
- Fig. 10. Froschmagen. Nervenfasern a, die zwischen den Drüsen verlaufen und bis ans Oberflächenepithel zu verfolgen sind. Ein Nervenfaden liegt der Drüse unmittelbar an und scheint die Membrana propria zu durchbohren. m. Muscularis mucosae. Chlorgoldglycerinpräparat. Oc. 3. S. 8.
- Fig. 11. Froschmagen. Gefässnerven (a) die Capillaren (b) umspinnend. Der untere Faden verläuft bogenförmig (conf. Text). m. Muscularis mucosae. Das Oberflächenepithel ist entfernt. c. Drüse, die nur zum kleinsten Theil in den Schnitt gefallen ist. (Nur an solchen

äusserst feinen Schnitten bekommt man eine klare Anschauung von dem Verlaufe der Gefässnerven, da sonst die dunkel gefärbten Drüsen die feinen Fäden verdecken.) Chlorgoldglycerinpräparat. Oc. 3. S. 8.

Fig. 12. Muscularis mucosae des Froschmagens. Zwischen den querdurchschnittenen Muskelspindeln sieht man bei a Bruchstücke des zwischen den Muskelspindeln ausgebreiteten Nervenendnetzes. Der Deutlichkeit halber sind einige den Fäden anliegende Muskelspindel in der Zeichnung weggelassen. Chlorgoldglycerinpräparat. Oc. 3. S. 8.