

Beitrag  
zur Kenntniss der Verbreitungsart der Trichinenembryonen.

Von  
Carl Stäubli in München.

(Aus der II. Med. Klinik der Universität München, Direktor Prof. Friedr. Müller.)

Es gibt nur wenige Entdeckungen auf dem Gebiete der Helminthologie, die unter den Fachmännern, besonders den Anatomen und Ärzten, ein so gewaltiges Aufsehen gemacht hätten, wie die Entdeckung der Trichinen.

Der Engländer J. Hilton<sup>1)</sup> fand im Jahre 1832 bei einer Sektion die Brustmuskeln durchsetzt von einer grossen Zahl kleiner, weisser ovaler, zwischen den Muskelfasern eingelagerter, cystenförmiger Körperchen. Er glaubte es mit kleinen Cysticereen zu tun zu haben. Das Verdienst, in diesen den eigentlichen Wurm entdeckt zu haben, gebührt Paget<sup>2)</sup>, dem damals als Student im Präpariersaal die weissen Fleckchen in der Muskulatur aufgefallen waren. Zuerst genauer beschrieben wurden diese Parasiten durch Owen, der ihnen den Namen *Trichina spiralis* gab.

Die hervorragendsten Forscher beteiligten sich in der Folge am Aufbau der Lehre von den Trichinen. Vor allem wurden wir durch R. Virchow<sup>3)</sup> und R. Leuckart<sup>4)</sup> über die Lebensgeschichte und Entwicklung dieser Würmer aufgeklärt und Zenker<sup>5)</sup> stellte

---

<sup>1)</sup> Zitiert nach A. Pagenstecher: Die Trichinen. Leipzig 1866.

<sup>2)</sup> Zitiert nach R. Leuckart: Untersuchungen über *Trichina spiralis*. Leipzig und Heidelberg 1860.

<sup>3)</sup> R. Virchow: Über *Trichina spiralis*. Vorläufige Nachricht über neue Trichinen-Fütterungen. Virchows Archiv, Bd. XVIII, 1860. Zur Trichinen-Lehre. Virchows Archiv, Bd. XXXII, 1865. Die Lehre von den Trichinen. Berlin 1866.

<sup>4)</sup> R. Leuckart: Untersuchungen über *Trichina spiralis*. Leipzig und Heidelberg 1860. Die Parasiten des Menschen. Leipzig und Heidelberg.

<sup>5)</sup> F. A. Zenker: Über die Trichinen-Krankheit des Menschen. Virchows Archiv, Bd. XVIII, 1860. Beiträge zur Lehre von der Trichinen-Krankheit. Deutsches Archiv für Klin. Mediz., I. Bd., 1866. Zur Lehre von der Trichinen-Krankheit. Deutsches Archiv für Klin. Mediz., Bd. VIII, 1871.

deren grosse Bedeutung in der Pathologie des Menschen fest. Diesen drei Autoren verdanken wir die Kenntniss, dass der Mensch sich durch den Genuss trichinigen Schweinefleisches infiziert, dass die im Magen aus ihren Kapseln frei gewordenen Muskeltrichinen binnen zwei Tagen im Darm zu geschlechtsreifen Darmtrichinen auswachsen, dass nach stattgehabter Befruchtung die Weibchen schon nach weitem fünf Tagen lebendige Junge gebären, dass diese Brut dann im selben Individuum nach der willkürlichen Muskulatur wandert und daselbst sich zu ausgebildeten Muskeltrichinen entwickelt und dass mit der Einkapselung der Invasionsprozess sein Ende erreicht, der beim Menschen schwere, oft zum Tode führende Krankheitserscheinungen hervorruft. Hatten die betreffenden Forscher die Entwicklung der Trichinen bis in alle Einzelheiten aufgedeckt, so blieb in der Lebensgeschichte dieser Parasiten doch eine Lücke offen, nämlich bezüglich des Schicksals der Embryonen vom Momente der Geburt an bis zu dem Augenblick, wo wir sie in die Primitivbündel der Muskeln einwandern sehen. Vergegenwärtigt man sich die mit reifen Embryonen strotzend gefüllten weiblichen Trichinen im Darmlumen, so liegt die Annahme nahe, dass die Embryonen in dieses abgesetzt werden. Obschon nur sehr spärliche Angaben darüber existieren, dass dieser Vorgang auch beobachtet worden sei und es noch Niemandem gelang, die Embryonen\*) in grösserer Zahl, wie dies verlangt werden müsste, frei im Darmschleim zu finden, so nahm man doch mit Leuckart allgemein an, dass die ins Darmlumen geborenen Embryonen aktiv die Darmwand durchsetzen und nach ihrem Bestimmungsort, der quergestreiften Muskulatur, weiter wandern. Neuerdings haben sich nun Cerfontaine, Geisse, Askanazy und Graham mit dieser Frage befasst.

Cerfontaine<sup>1)</sup> untersuchte eine mit Trichinen infizierte Ratte, die vom dritten auf den vierten Tag nach der Aufnahme des

---

\*) Einmal habe ich einen lebhaft sich bewegendem Embryo frei im Darmschleim gefunden. Da ich aber unter Deckglas untersuchte, so ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass er durch Druck aus dem Muttertier frei gemacht worden war, obschon ich dieses nicht in der Nähe zu finden vermochte.

<sup>1)</sup> P. Cerfontaine: Contribution à l'étude de la trichinose. Archives de Biologie. Tome XIII, 1893—1894, p. 126.

trichinenhaltigen Fleisches gestorben war und fand, dass die ausgewachsenen weiblichen Darmtrichinen in die Darmwand und ins lymphatische System eindringen. Er sah sogar solche bis in die Mesenterialdrüsen vorgedrungen. Da die Sektion erst zwölf Stunden nach Eintritt des Todes vorgenommen wurde, ist dieser Angabe nicht absolute Beweiskraft beizumessen, denn es ist immerhin denkbar, dass die Darmtrichinen die Darmwand *post mortem* durchdrungen haben und weiter gewandert sind. Geisse<sup>1)</sup> prüfte Cerfontaines Angaben nach, konnte sich aber von deren Richtigkeit nicht überzeugen. Gleichzeitig erwähnt er aber auch, dass es ihm, was die freien Embryonen anlangt, nicht besser als den meisten der früheren Untersucher gegangen sei. „Es gelang mir nicht, in der Darmwand selbst auch nur einen Embryo zu finden.“

Unabhängig von Cerfontaine machte Askanazy<sup>2)</sup> diese Frage zum Gegenstand genauerer Untersuchung. Als deren Resultat hebt er hervor, dass die weiblichen Darmtrichinen sich in die Darmschleimhaut einbohren und mit Vorliebe die Lymphgefäße aufsuchen, um ihre Jungen daselbst zu bergen. „Die Geburt der Jungen im Darmlumen scheint daneben nur eine untergeordnete Bedeutung zu besitzen.“ Und weiter: „Erst von hier (der Darmwand) aus ziehen die Jungen ihre eigene Strasse; ihr Weg ist in erster Linie das Kanalsystem der Lymphe. Nur vereinzelte bohren sich in die Bauchhöhle durch.“ Eingehend beschäftigte sich auch Graham<sup>3)</sup> in einer aus R. Hertwigs Institut erschienenen Arbeit mit dieser Frage. Er konnte Askanazys Beobachtung, dass die Darmtrichinen in das Epithel der Schleimhaut eindringen, bestätigen. Er erblickt aber in diesem Verhalten nicht lediglich den Zweck der Brutablegung, sondern erklärt es aus ihrem Streben, sich der Wirkung der bei der Trichinosis häufig gesteigerten Peristaltik zu entziehen, denn er fand auch bei den männlichen Trichinen

<sup>1)</sup> A. Geisse: Zur Frage der Trichinen-Wanderung. Deutsches Archiv für Klin. Mediz., Bd. LV, 1895, p. 150.

<sup>2)</sup> M. Askanazy: Zur Lehre von der Trichinosis. Virchows Archiv, Bd. CXXI, 1895, p. 42.

<sup>3)</sup> J. Y. Graham: Beiträge zur Naturgesch. der *Trichina spiralis*. Archiv für Mikroskop. Anat. und Entw. Gesch., Bd. L, 1897.

das gleiche Verhalten. Er mochte auch keinen Anhaltspunkt dafür gewinnen, dass die Muttertiere bis zum zentralen Chylusgefäss vordringen. Doch legte er diesem Befund nur eine untergeordnete Bedeutung bei, da die im *Stratum proprium* abgesetzten Trichinenembryonen mit Leichtigkeit selbst ihren Weg in die Chylusgefässe finden würden.

Haben die Embryonen die Darmwand hinter sich, so erhebt sich nun die zweite Frage: Wie geschieht die allgemeine Propagation, d. h. auf welchem Wege vornehmlich gelangen die Embryonen zu ihrem Endziel, der quergestreiften Muskulatur? Es mag von Interesse sein, hier in Kürze die Befunde durchzugehen, die in dieser Beziehung von den verschiedenen Untersuchern erhoben worden sind.

Virchow<sup>1)</sup> ertappte die Embryonen auf ihrer Wanderung in den Gekrösedrüsen, der Bauchhöhle, dem Herzbeutel. Im Herzen und im Blute konnte er indessen keine Tiere finden. Auch Gerlach<sup>2)</sup> entdeckte freie Embryonen in den Mesenterialdrüsen.

Leuckart<sup>3)</sup> fand ebenfalls einige Embryonen in der Peritoneal- wie auch in der Brusthöhle. „Alle Versuche dagegen, die Embryonen unserer Trichinen im Blute nachzuweisen, missglückten. Dass die frühere Vermutung, nach der die Embryonen mit dem Blute wandern sollten, hierdurch in hohem Masse zweifelhaft wurde, braucht kaum spezieller motiviert zu werden. Das Vorkommen der Embryonen frei in der Leibeshöhle liess nur eine Erklärung zu und diese ging dahin, dass die Embryonen geradeswegs die Wandungen des Darmes durchbohrt hatten.“ Er nahm eine aktive Wanderung der Embryonen nach den Muskeln auf dem Wege des lockern Bindegewebes an.

Zenker<sup>4)</sup> konnte im Blute ebenfalls keine Embryonen\*)

1) A. a. O.

2) Gerlach: Die Trichinen. Hannover 1866.

3) A. a. O.

4) A. a. O.

\*) In den meisten diesbezüglichen Arbeiten wird erwähnt, dass Zenker Embryonen im Blutcoagulum des Herzens gefunden habe. Nirgends ist aber die betr. Literat.-Stelle angegeben und ich finde mit Bezug auf die Embryonen nur den Satz: „Aber auch im Blute fand ich nichts.“ Dagegen gibt Zenker an, dass er im Herzfleisch mehrere Embryonen gefunden habe. Vielleicht liegt eine Verwechslung mit diesem Befunde vor.

finden. Da es ihm aber auch nicht möglich war, in fast allen wichtigeren Geweben solche zu finden, so trat er für die Einwanderung durch Vermittelung des Blutes ein. Glücklicher war in dieser Hinsicht Kühn<sup>1)</sup>, denn es gelang ihm, neben jungen Trichinen in den Gekröselymphdrüsen auch im geronnenen Blute des Herzens und in den Blutgefässen, wenn auch nur vereinzelt und nach langem Suchen, embryonale Trichinen zu finden. „Bei der Menge des Vorkommens und dem leichten Isolieren der kleinen Trichinen könnte es unschwer geschehen, dass sie bei mangelnder Vorsicht in Teilen gefunden würden, in denen sie ursprünglich nicht vorhanden waren.“ Er glaubt aber doch im Bewusstsein dieser Gefahr mit aller Sorgfalt verfahren zu sein und nimmt deshalb an, dass die Verbreitung der Embryonen wenigstens nicht ausschliesslich durch Fortbewegung im Bindegewebe stattfindet.

Colberg<sup>2)</sup> glaubte bestimmt die Embryonen in Capillaren, die senkrecht zu den Muskelfasern verliefen, gesehen zu haben. Fiedler<sup>3)</sup> nimmt aus zwei Gründen entschieden neben der Wanderung durchs Bindegewebe auch einen Transport durch Vermittelung des Blutstromes an. Erstens hatte er in vier Fällen, wenn auch nur ganz vereinzelt, Embryonen in Blutgerinnseln gefunden und zweitens hebt er die Tatsache hervor, dass in den entferntesten Muskeln solche Trichinen sind, die die freien Trichinenembryonen in der Bauchhöhle an Grösse nicht überragen. Er berechnet das Wachstum der Tiere auf ca. 0,07 mm pro Tag [bei einer ursprünglichen Länge von 0,08—0,12 mm (nach Leuckart und Pagenstecher)] und führt aus, dass die Tiere bei aktiver Wanderung durchs Bindegewebe zur Zeit der Ankunft im Muskel bedeutend gewachsen sein müssten. Virchow<sup>4)</sup> erklärt diese Tatsache damit, dass die Gewebe keine Wachstumsbedingungen böten. Fürstenberg<sup>5)</sup> hat unter Anwendung aller nötigen Vorsichtsmassregeln in der Herzkammer trotz den oft wiederholten und

<sup>1)</sup> J. Kühn: Untersuchungen über die Trichinenkrankheit der Schweine. Mitteilgn. d. landw. Instituts d. Univ. Halle 1865.

<sup>2)</sup> Aug. Colberg: Zur Trichinenkrankheit. Deutsche Klinik 1864, Nr. 19.

<sup>3)</sup> A. Fiedler: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Trichinen etc. Archiv für Heilkunde V. Jahrgang., 1864, p. 1.

<sup>4)</sup> A. a. O.

<sup>5)</sup> Fürstenberg: Fortgesetzte Beobacht. über Trichinen. Annal. d. Landw. im Preuss. Staate, 1861, p. 161. Ref. Virchows Archiv, Bd. XXXIV, 1865, p. 469.

eingehendsten Untersuchungen weder Embryonen noch Trichinen gefunden. In Blutgerinnseln hat er zuweilen Trichinen angetroffen, konnte sich aber in keinem Falle davon überzeugen, dass sie im Blute ursprünglich gewesen, sondern nur, dass sie zufällig in dasselbe hineingelangt waren. Pagenstecher <sup>1)</sup> hat nie Embryonen im Blute des Herzens, der grossen Gefässe oder bei Durchmusterung feiner Gefässe beobachtet und kommt zur Annahme, dass die Anwesenheit in den Blutgefässen eine Ausnahme und die Wanderung durch das Bindegewebe anzunehmen sei, wobei er aber zugesteht, dass hier noch ein recht unklarer Fleck in der Geschichte der Trichinen sei. Auch Kratz <sup>2)</sup> waren die zahlreichen Untersuchungen des Blutes stets negativ ausgefallen und auch er betrachtet die Frage durch Virchow und Leuckart als zu Gunsten einer direkten Wanderung ohne Vermittelung des Kreislaufes für entschieden. Ebenso ist bei den Franzosen die selbe Ansicht allgemein verbreitet und spiegelt sich in Chatin's <sup>3)</sup> zusammenfassender Arbeit: *La trichine et la trichinose*, wider. Nachdem der betreffende Autor eine ausnahmsweise Verbreitung durch die Gefässe für möglich hält, fährt er fort: „C'est surtout par la voie du tissu cellulaire que la progression des jeunes se trouve assurée.“ Entschieden für eine Verbreitung auf dem Blutwege haben sich nun in neuerer Zeit Heitzmann <sup>4)</sup>, Cerfontaine <sup>5)</sup>, Askanazy <sup>6)</sup> und Graham <sup>7)</sup>, ausgesprochen. Heitzmann findet, ähnlich wie schon erwähnt Fiedler, eine Schwierigkeit darin, die schnelle Verbreitung in der ganzen Körpermuskulatur ausschliesslich auf der Bahn des lockern Zellgewebes zustande kommen zu lassen. Da Askanazy konstatieren konnte, dass die weiblichen Darmtrichinen die Embryonen direkt in die Lymphgefässe ablegen, glaubt er, dass die Embryonen durch die Lymphe nach dem *Ductus thoracicus* und von diesem in das Blut gelangen. Auch

<sup>1)</sup> Alex. Pagenstecher und Chr. Jos. Fuchs: Die Trichinen. Leipzig 1866.

<sup>2)</sup> F. Kratz: Die Trichinenepidemie zu Hedersleben. Leipzig 1866.

<sup>3)</sup> J. Chatin: *La trichine et la trichinose*. Paris 1883.

<sup>4)</sup> Heitzmann: Wie gelangen die Trichinen in die Muskeln? New-York, med. Wochenschrift 1891 zitiert nach A. Nicolaiev: Zoonosen in Ebsteins Handb. d. prakt. Mediz., V. Bd. 1901 und Askanazy: Zur Lehre von d. Trichinosis. Virchows Archiv, Bd. 141, 1895.

<sup>5)</sup>, <sup>6)</sup> u. <sup>7)</sup> A. a. O.

Geisse<sup>1)</sup> sprach sich für die Verbreitung durch die Zirkulationsorgane aus, obschon er keine neuen Beweise herbeibringt; aber: „die Unanfechtbarkeit dieser Anschauung ist es, die auch uns die Verbreitung durch das Gefässsystem als die hauptsächlichste erscheinen lässt“.

Dagegen trat wiederum Ehrhardt<sup>2)</sup> entschieden für eine aktive Wanderung durchs Bindegewebe ein. Er schreibt: „Auch mir ist es nie geglückt, Embryonen in der Blutbahn der Muskeln zu sehen, sodass ich den Angaben Colbergs vorläufig einen entscheidenden Wert nicht beilegen möchte. Umsomehr, als der Autor nichts von blutigen Extravasaten berichtet, während bei einem so völligen Gefässverschluss, wie ihn die verhältnismässig grossen Embryonen bei den Capillaren zu verursachen geeignet sind, Hämorrhagien ebensowenig wie bei der Durchwanderung durch die Gefässwand hätten ausbleiben können. Dazu kommt noch die Erwägung, dass die Embryonen aus den Lymphdrüsen doch nur in die Venen des grossen Kreislaufs gelangen könnten und von hier aus durch das rechte Herz in den Lungenkreislauf geschwemmt werden müssten, deren Capillaren wie ein feines Filter sie alle zurückhalten würden. Sicher gelangt ein ganz unerheblicher Teil in den Blutstrom. Diese mechanisch in die Lungen verschleppten Embryonen geben dort durch Gefässverschluss zur Ausbildung häufig vorhandener blutiger Infarcierungen und lobulär pneumonischer Herde Veranlassung, in denen sie von Askanazy beobachtet wurden.“ — Weiter schreibt er: „Danach ist es wohl am wahrscheinlichsten, dass die Trichinenembryonen zwar konstant, wie dies Askanazy annimmt, in die nächstgelegenen Mesenterialdrüsen vom Chylusstrom geschleppt werden, dass sie aber von dort auf einer andern Strasse, vermutlich durch aktive Wanderung, in die Muskeln gelangen.“ Entschiedener Verfechter der passiven Verbreitungstheorie ist dagegen Graham<sup>3)</sup>. Als Beweise seiner Ansicht führt er an:

<sup>1)</sup> A. a. O.

<sup>2)</sup> O. Ehrhardt: Zur Kenntnis der Muskelveränd. bei der Trichinose des Kaninchens. Ziegler's Beiträge zur path. Anat. und allg. Path., Bd. XX, 1896, pag. 1.

<sup>3)</sup> A. a. O.

Erstens glückte es ihm, in einer Arterie im Längsschnitt einen Embryo zu finden. „Es ist dies allerdings der einzige Fall, in welchem es mir gelungen ist, eine Trichine innerhalb einer Arterie zu entdecken. Aber damit ist auch der Beweis gegeben, dass die Trichinen nicht alle wie in einem feinen Filter in den Lungencapillaren zurückgehalten worden sind, wie es nach Ehrhardts Meinung der Fall sein müsste.“ Nach seiner Berechnung ist die Wahrscheinlichkeit eines solchen positiven Befundes ein ausserordentlich geringer, indem er unter den günstigsten Umständen in ungefähr von nahezu einer Million Gesichtsfeldern nur ein einziges Mal erwartet werden darf. „Es bleibt daher eine solche Entdeckung für den Einzelnen, selbst bei langem Suchen, eine grosse Merkwürdigkeit, und die Würdigung ihrer Seltenheit dürfte ihr allein schon einen entscheidenden Wert in dieser Frage verleihen.“ —

Ein weiteres sicheres Anzeichen für die Theorie der Verbreitung mittelst der Blutbahn bekam er durch eine Untersuchung des Herzens. Es war ihm möglich, eine Reihe von Embryonen im Herzmuskel zu finden, obschon noch niemals daselbst eingekapselte Trichinen beobachtet werden konnten. Sie lagen zum grössten Teil zwischen den Muskelfasern; in einigen Fällen hatten sie die Muskelfasern angebohrt. „Aber das Streben der Trichinen, innerhalb der Herzmuskelfasern einen festen Halt zu gewinnen, hat keinen Erfolg, denn infolge des Fehlens von Sarkolemm wird die kontraktile Substanz der angebohrten Muskeln von dem Saftstrom hinweggeschwemmt werden und die Trichine bleibt wie zuvor ausserhalb der Fasern. — Sicher ist jedoch, dass sie in dem Herzen die Bedingungen für ihre weitere Entwicklung nicht finden, dass sie entweder zu Grunde gehen oder aus dem Herzen hinauswandern.“ Er findet es deshalb undenkbar, dass die Trichinenembryonen aktiv in das Herz eindringen und nimmt eine passive Verschleppung auf dem Wege der Coronararterien an. Als letzter beweisführender Umstand erwähnt er die Schnelligkeit der Verbreitung über den Körper.

Wir sehen also, dass auch heute noch die selbe Meinungsverschiedenheit wie vor vier Jahrzehnten zwischen Leuckart und Zenker besteht und der Grund, warum noch keine Übereinstimmung in den Ansichten erzielt worden ist, liegt wohl hauptsächlich darin,



dass die eine wie die andere der Meinungen zum grossen Teil mit theoretischen Überlegungen gestützt wurde. Die tatsächlichen Befunde machten sowohl die aktive wie die passive Verbreitungsart sehr wahrscheinlich, dagegen fehlte für die Entscheidung noch der zwingende, jedem Nachuntersucher zugängliche Beweis.

Ich war nun in der Lage, an Hand eines grössern Materials über diese Frage experimentelle Untersuchungen anzustellen. Ich hatte Gelegenheit, auf der Abteilung von Hrn. Prof. Friedr. Müller zwei Fälle von Trichinosis zu beobachten, die vom behandelnden Arzte mit der Diagnose Typhus abdominalis auf meine Säle gelegt worden waren. Obschon beide Fälle klinisch etwas atypisch verlaufenden Typhen sehr ähnlich sahen und vor allem die Symptome, die für Trichinosis charakteristisch gelten, gar nicht oder nur angedeutet vorhanden waren, so wurde doch die Aufmerksamkeit durch den eigentümlichen Blutbefund, d. h. sehr starke Vermehrung der eosinophilen Leukozyten, auf Trichinosis gelenkt und eine Muskelexcision veranlasst, die denn auch bei beiden Patienten die Anwesenheit zahlreicher frischer, noch nicht verkalkter Muskeltrichinen ergab.

Das excidierte Muskelstückchen verfütterte ich einer weissen Maus, die nach zwei Monaten sich als stark trichinös erwies. Sie bot mir nun das Ausgangsmaterial für eine Reihe experimenteller Untersuchungen, die ich an Meerschweinchen anstellte und die hauptsächlich bezweckten, einige interessante klinische Erscheinungen experimentell nachzuprüfen, vor allem aber die Gestaltung des Blutbildes genauer zu verfolgen\*). Hier sei nur kurz erwähnt, dass es mir gelang, beim Meerschweinchen eine sehr erhebliche echte polymorphkernige Eosinophilie zu erzeugen und dass ich nachweisen konnte, dass diese Vermehrung der eosinophilen Zellen nicht an die Phase der reinen Enthelminthiasis (d. h. des Darmparasitismus), sondern an die Embryonenwanderung geknüpft ist. Ich möchte hier dankbar erwähnen, dass meine ersten Versuche, d. h. so lange ich noch kein eigenes trichinöses Material besass, ermöglicht wurden durch die liebenswürdige Überlassung einer trichinösen Ratte durch Hrn. Prof. R. Hertwig, sowie von trichi-

\*) Vide Vortrag gehalten am Kongress für innere Medizin. Wiesbaden 1905.

nösem Schweinefleisch durch das Hygiene-Institut der tierärztlichen Hochschule in Berlin.

Ogleich schon von früheren Beobachtern darauf hingewiesen worden ist, dass man die Embryonen gleich bei Beginn ihrer Verbreitung auch schon in den periphersten Muskeln antrifft, dass sie daselbst nicht grösser sind als die künstlich unter dem Deckglas zur Geburt gebrachten Embryonen und dass hauptsächlich die tätigsten Muskeln von der Invasion betroffen sind, so brachte mich doch erst die eigene Beobachtung dieser Tatsachen zur festen Überzeugung, dass die eigentliche Ausbreitung der Embryonen auf dem Blutweg geschehen müsste und dass es doch möglich sein sollte, den sichern Beweis hiefür zu erbringen. Zwar gelang es mir nur mit grösster Mühe, ganz vereinzelt Embryonen nach erfolgtem Tode im Blutcoagulum des Herzens zu finden, aber durch die einfache Überlegung musste ich mir sagen, dass es gar nicht anders zu erwarten ist. Trotz ganz enormer Überschwemmung des Körpers mit Embryonen brauchten in ein und demselben Moment gar nicht sehr viele dieser winzigen Würmchen im Blute zu kreisen, denn in derselben Minute, in der sie ins Blut überträten, würden sie mit diesem auch schon ihren Bestimmungsort, die quergestreifte Muskulatur erreichen. Nähmen wir nun auch an, es kreisten viele Hunderte von Embryonen im selben Momente im Blute, so verteilt sich diese Zahl doch auf ca. 25—40 cm<sup>3</sup> Gesamtblutmenge (beim Meerschweinchen). Vergewärtigen wir uns nun, dass in 1 mm<sup>3</sup> über vier Millionen rote Blutkörperchen enthalten sind und dass die Trichinenembryonen nicht einmal die Dicke eines Blutkörperchendurchmessers haben, so verstehen wir auch, dass es einer enormen Mühe bedürfte, eine grössere Zahl dieser kleinsten Eindringlinge direkt im Blute oder im Coagulum inmitten der sie vollständig verdeckenden und zudem gefärbten Blutkörperchen zu finden. Im weitern ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die Embryonen *post mortem* noch aus dem Gefässsystem auswandern. Dagegen sollte es möglich sein, diese Würmchen in grösserer Zahl zu fassen, wenn es gelingen würde, sie aus einer erheblicheren Menge zirkulierenden Blutes zu sedimentieren.

Ich entnahm nun in Narkose mittelst einer Pravazschen Spritze direkt aus dem Herzen möglichst viel Blut und brachte

dieses sofort in eine grössere Menge (20—40 cm<sup>3</sup>) 3% Essigsäure. Die Bildung des Fibrins bleibt dadurch aus, die roten Blutkörperchen werden zerstört und das Haemoglobin tritt in Lösung. Durch Centrifugieren erhält man nun ein Sediment, das grösstenteils nur noch aus Leukocyten und den Embryonen besteht. Durch deren starkes Lichtbrechungsvermögen sind sie (mit Zeiss Objektiv A und Linse 3) leicht zu finden. Noch leichter geschieht das Aufsuchen durch Herstellung gefärbter Präparate. Ich strich das Sediment auf Objektträgern aus und liess es unter gelinder Wärme lufttrocknen. Hierauf färbte ich mit eosinsaurem Methylenblau (Grübler nach May-Grünwald) und differenzierte in destilliertem Wasser. Ich erhielt dadurch Präparate, in denen die Reste der roten Blutkörperchen einen ziemlich homogen rosa gefärbten Untergrund bilden, auf dem sich die intensiv blau gefärbten Kerne der Leukocyten, sowie die Trichinenembryonen scharf abheben. Die Zellkerne der letztern nehmen ebenfalls die tiefblaue Farbe an, sodass das ganze Würmchen blau, umgeben von einem schwach rot gefärbten Saum, erscheint. Meine Resultate waren nun folgende:

	Zeit nach der Verfütterung des trichinenhaltigen Fleisches.	Menge des untersuchten Herzblutes.	Anzahl der im Sediment gezählten Trichinen- embryonen.
Tier I	7 Tage	$\frac{1}{4}$ cm <sup>3</sup>	2 Embryonen
" II	8 "	$\frac{1}{2}$ "	18 "
" Y	8 "	2 $\frac{1}{2}$ "	180 "
" W	8 "	$\frac{1}{2}$ "	6 "
" Z II	11 "	$\frac{1}{2}$ "	8 "
" IV	11 "	1 "	150 "
" III	12 "	1 $\frac{1}{2}$ "	40 "
" V	15 "	$\frac{1}{2}$ "	80 "
" Z I	16 "	2 "	230 "
" M	18 "	$\frac{1}{4}$ "	90 "
" P	23 "	$\frac{1}{2}$ "	80 "

Es war mir also möglich bei elf, und zwar bei allen den nach dieser Richtung hin untersuchten Tieren im zirkulierenden Herzblut zum Teil in grosser Zahl Trichinenembryonen zu finden, am frühesten schon am 7. Tage nach

dem Genuss des trichinigen Fleisches. Das starke Schwanken der gefundenen Zahlen zu den verschiedenen Zeiten nach der Aufnahme des infektiösen Fleisches ist wohl einerseits zu erklären durch die verschieden starke Infektion. Andererseits geschieht vielleicht die Auswanderung der Trichinen nicht kontinuierlich in derselben Menge, sondern mehr schubweise, auch gelang das Sedimentierungsverfahren wohl nicht in allen Fällen gleich gut. Über die Zahl der im Blute kreisenden Embryonen macht man sich am besten ein Bild, wenn man sich den Befund bei Tier M vergegenwärtigt. Das Tier wog 325 gr, mochte demnach ungefähr 25 cm<sup>3</sup> Gesamtblutmenge besessen haben. Im Momente der Untersuchung dürften also ca. 9000 Embryonen in seinem Blute gekreist haben. Ziehen wir in Betracht, dass die Embryonen, kaum ins Blut gelangt, auch schon ihren Bestimmungsort erreichen, andererseits, dass die Auswanderung sich über eine Reihe von Wochen erstreckt, so erhält man eine Vorstellung von der kolossalen Überschwemmung des Körpers mit jungen Trichinen. Damit soll nicht gesagt sein, dass die Embryonen nun immer direkt vom Darm nach dem Bestimmungsort gelangen; ein Teil wird auch einige Zeit mit dem Blute kreisen müssen, bevor sie Gelegenheit haben, aus den Capillaren in die quergestreifte Muskulatur einzuwandern und hier ihren Weg fortzusetzen. Es ist wohl denkbar, dass die Embryonen bei diesem Vorgang auch in Organe gelangen, die ihnen die Bedingungen für ihre weitere Entwicklung nicht bieten und dass sie von hier aus dann aktiv im lockern Bindegewebe nach den Muskeln weiter kriechen. So sind vielleicht die spärlichen Befunde in den verschiedensten Organen, vielleicht auch jene in den serösen Höhlen zu erklären. Auf jeden Fall wandern sie aus diesen rasch weiter, denn es gelang mir nur sehr selten, im Peritonealexsudat andere als nur ganz embryonale Würmchen zu finden. Sollten sie nun auch aktiv direkt vom Darm aus in die serösen Höhlen eingewandert sein, so tritt doch dieser Verbreitungsmodus neben der raschen Art, mit der das Blut eine enorme Zahl direkt der quergestreiften Muskulatur zuträgt, zurück. Ich glaube demnach, dass als sicher bewiesen angesehen werden darf, dass die Embryonenverbreitung zuerst nach dem Lymphsystem des Darmes und von diesem nach dem *Ductus thoracicus* geht, wie dies Askanazy nach seinen Untersuchungen

angenommen hat und dass die Embryonen mit dem Lymphstrom, vielleicht noch gefördert durch ihre Eigenbewegung, in den Blutkreislauf übertreten und passiv durch den Blutstrom nach der quergestreiften Muskulatur getragen werden. Auf diesem Wege ist es durch das angegebene Sedimentierungsverfahren möglich, ohne Mühe sie in grosser Zahl im zirkulierenden Blute nachzuweisen. Wir verstehen nun auch, warum wir schon in den ersten Tagen der Auswanderung die Embryonen in den abgelegenen Muskeln und zwar in gleicher Grösse, wie sie geboren werden, antreffen und dass gerade diejenigen Muskeln, die beständig oder wenigstens am meisten aktiv tätig sind, wie das Zwerchfell, die Intercostal-, die Kehlkopf-, die Zungen-, die Augen-Muskulatur und die folglich auch die reichste Blutzufuhr erfahren, am intensivsten von der Invasion betroffen werden.

Wenn Pagenstecher und Ehrhardt abgeneigt waren, eine Verbreitung durch das Blut anzunehmen, weil die Embryonen in den feinen Blutgefässen Verstopfung hervorrufen müssten, so brauchen wir nur die Grösse der Embryonen mit der der verschiedenen Blutzellen zu vergleichen, um uns zu überzeugen, dass von dieser Seite der freien Zirkulation mit dem Blut kein Hindernis erwachsen kann. Nach den Messungen von Leuckart und Pagenstecher haben die Embryonen einen Breitendurchmesser von 0,006 mm, während die verschiedenen Blutzellen (beim Menschen) zwischen 0,006 und 0,012 mm variieren. Haben nun auch die Embryonen eine Länge von 0,08—0,12 mm, so dürften sie vermöge ihrer Eigenbewegung stets in stande sein, sich in die Längsachse der Capillaren einzustellen. Als Ursache des Übertritts aus den Gefässen in die quergestreifte Muskulatur ist wohl ein spezifisch und chemisch anziehender Reiz anzunehmen. Vielleicht spielt auch die Enge der betreffenden Capillaren als mechanisches Moment eine Rolle. Mit dieser Erkenntnis von der Zirkulation der Embryonen im Blut stimmt der Befund, den ich in haematologischer Beziehung erheben konnte, überein, dass frühestens am achten, meist erst in den darauffolgenden Tagen insofern eine Veränderung im Blutbild vor sich geht, als eine ganz enorme Vermehrung der eosinophilen Zellen eintritt, auf die als diagnostisches Moment die Amerikaner Thayer und Brown aufmerksam gemacht haben. Über die Frage,

wie sich diese Zellen in den verschiedenen Organen verhalten, bin ich mit meinen Untersuchungen noch nicht zum Abschluss gelangt. Nur so viel will ich erwähnen, dass ich in der Leber nur ganz vereinzelte, in den Lungen dagegen starke Anhäufung von eosinophil granulierten Zellen fand. Diese Erscheinung lässt ihrerseits vermuten, dass die Verbreitung der Embryonen nicht auf dem Wege der *Vena portae*, sondern tatsächlich des *Ductus thoracicus* vor sich geht.