

die Grundverbindungen aufweisen. Also, es herrscht keine einfache und selbstverständliche, sondern eine sehr komplizierte und unerwartete Gesetzmäßigkeit.

Damit ist die Voraussetzung, welche der Behauptung zu Grunde liegt, dass die Chromosomen die Träger der Vererbungssubstanz sind, in Frage gestellt und folglich auch die auf sie gegründete Behauptung. Dies bestreiten dürfte nur, wer den Unterschied zwischen dem Organismenreich und der Welt der Anorgane als einen so tiefgreifenden erachtet, dass er in dem biochemischen Vorgang der Vermischung der animalischen „Vererbungssubstanzen“ — was immer sie auch sein mögen — etwas sieht, was mit dem chemischen Prozess der Vermischung von Stoffen außerhalb des Tierkörpers in keiner Hinsicht verglichen werden kann. Wer aber ohne Vorurteil dieser letzten Frage gegenübersteht, das heißt, einsieht, dass über die Homo- oder Heterogenität zweier Gebiete nicht entscheidend ausgesagt werden kann, bevor sie nicht in allen wesentlichen Beziehungen miteinander verglichen sind, wird die festgestellte Thatsache registrieren.

Was als Vererbungssubstanz anzusehen ist, steht noch nicht fest. Zu diesem Ergebnisse führt nicht nur die von uns angestellte physikochemische Untersuchung, die schon aus methodischen Gründen notwendig schien, sondern auch die spezifisch biologische von Th. Boveri, der im Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen (1895, Bd. II, p. 374) gezeigt hat, dass auch kernlose Seeigeleier befruchtet werden und sich bis zu dem „Pluteus“ genannten Stadium entwickeln können. Wenn bei einer solchen Befruchtung auch mütterliche Eigenschaften vererbt werden, so kann die Vererbungssubstanz schlechterdings nicht im Kerne sitzen; sofern aber, wie man auf Grund von Versuchen mit Bastardbildungen vermuten zu dürfen glaubt, nur väterliche Eigenschaften vererbt werden, gewinnt die Lehre, dass der Kern Träger der Vererbungssubstanz ist, wieder an Raum.

Außer mancherlei anderen Schlüssen für Methode und System scheint mir diese Erörterung im besonderen nahezulegen, dass die Vererbung und die analogen — vielleicht verwandten — Erscheinungen in der anorganischen Natur feine dynamische Vorgänge sind, denen näher zu kommen, neben einer unzureichenden Methode auch unsere in die Fesseln einer groben Terminologie geschlagene Denkweise uns hindern mag.

[67]

Triepel, Hermann: Einführung in die physikalische Anatomie.

Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1902, X + 232 S., gr. 8°, 23 Textfiguren und 3 lithogr. Tafeln.

Die Beziehungen zwischen der Anatomie und Physiologie sind zu mannigfacher Art, als dass sie in den üblichen Hand- und Lehrbüchern

einen entsprechenden Ausdruck finden könnten. Eines der wichtigsten Grenzgebiete stellt die physikalische Anatomie dar, welche die Lehre von den physikalischen Eigenschaften der Gewebe, ihrer Elastizität und Festigkeit umfasst, und die in den anatomischen und physiologischen Lehrbüchern stets nur sehr stiefmütterlich behandelt wurde. Und doch ist es ein großes Material, das durch die Arbeiten einer großen Reihe von Forschern zu Tage gefördert wurde, das jetzt, wo die Entwicklungsmechanik immer mehr und mehr an Boden gewinnt, erst seine volle Würdigung erfährt. Ohne genaue Kenntnis der physikalischen Eigenschaften der einzelnen Gewebe und der daraus aufgebauten Organe können wir niemals zu einem richtigen Verständnis der Funktionen der Gewebe und Organe gelangen. Andererseits ist aber die möglichst vollständige Kenntnis der Funktion unerlässlich, wenn uns die kausale Beziehung des funktionellen Reizes zur Gestalt der funktionierenden Organe klar werden soll; es ist das ja eines derjenigen Ziele, dem die moderne Morphologie zustrebt und das mehr denn je wieder das Zusammenarbeiten von Morphologie und Physiologie erfordert.

Es ist deshalb dankbar zu begrüßen, dass Triepel, der schon früher mehrere Fragen der physikalischen Anatomie einer eingehenden Bearbeitung unterworfen hat, sich die keineswegs leichte Aufgabe stellte, das vorhandene Material zu sammeln und zu einem systematischen Ganzen umzuformen. Dabei enthält aber das Triepel'sche Buch auch noch eine Reihe neuer Versuche des Autors, die an dieser Stelle zum erstenmale veröffentlicht werden. Ferner hat Triepel die Angaben der früheren Autoren nicht einfach in seine Darstellung übernommen, sondern er hat, wo dieses nur halbwegs möglich war, die Messungen der früheren Autoren umgerechnet, um die verschiedenen Module abzuleiten, wodurch die Angaben der einzelnen Autoren einer besseren Vergleichung untereinander zugänglich gemacht worden sind.

Da eine solche monographische Darstellung die theoretischen Grundlagen der allgemeinen Elastizitäts- und Festigkeitslehre unmöglich umgehen kann, so war es richtig und notwendig, einen kurzen und elementaren Abriss der allgemeinen Elastizitäts- und Festigkeitslehre den eigentlichen anatomisch-physikalischen Betrachtungen voranzustellen. Triepel lehnt sich in dieser Darstellung wesentlich an C. Bach und F. Auerbach an. Bei der mangelhaften mathematischen und physikalischen Vorbildung der Mediziner im allgemeinen wäre es wohl gut gewesen, in diesem Teile noch etwas ausführlicher zu werden. Es bezieht sich diese Bemerkung weniger auf die mathematische Behandlung des Problems, welche fast nie über die Trigonometrie hinausgeht, sondern vielmehr auf physikalische Begriffe.

Der zweite Teil ist der Elastizität und Festigkeit der

menschlichen Gewebe und Organe gewidmet. Zuerst wird das gelbe Bindegewebe behandelt. Triepel hat diesen aus dem französischen entlehnten Terminus für elastisches Bindegewebe eingeführt, um auszudrücken, dass dieses Gewebe keineswegs das elastische katexochen sei, wie man auf Grund dieser Bezeichnung erwarten dürfte, wenn man für Elastizität die einzig richtige von den Physikern gebrauchte Definition gelten lässt, die aber mit dem gewöhnlichen Sprachgebrauch vielfach kollidiert. Triepel's Ausführungen über das gelbe Bindegewebe werden keinen oder nur wenig Anlass zu Meinungsverschiedenheiten geben; anders ist es mit den Ausführungen über den quergestreiften Muskel, denen die Anschauung zu Grunde liegt, dass Kontraktionskraft und elastische Kraft ihrem Ursprung und Wesen nach durchaus verschieden sind. Diese Meinung steht wohl mit der Anschauung vieler Physiologen im Widerspruch. Es genügt hier, zwei der hervorragendsten Autoritäten auf dem Gebiete der Muskelphysiologie anzuführen, nämlich Eduard Weber und Adolf Fick. Fick's geistreiche Theorie erfreut sich auch jetzt noch einer weitgehenden Anerkennung unter den Physiologen, sie ist überhaupt die Grundlage aller modernen Ausführungen über den Kontraktionsprozess, wenn auch die einzelnen Vertreter dieser Theorie über verschiedene Punkte von nebensächlicher Bedeutung verschiedener Meinung sind. Auch kann ich es nicht für besonders glücklich erachten, dass Triepel in seinen Ausführungen über den kontrahierten Muskel die Kaiser'sche Theorie der Muskelzusammenziehung so sehr in den Vordergrund der Betrachtung stellt, nachdem durch Sehneck in einer großen Reihe von Untersuchungen die Unhaltbarkeit der Kaiser'schen Theorie zur Genüge dargethan wurde.

Sehr interessant sind die Studien über die glatte Muskulatur, die in ihren physikalischen Eigenschaften so wesentlich von den quergestreiften Muskeln abweicht. Diese Erkenntnis verdanken wir hauptsächlich den Untersuchungen Triepel's. Ein gleiches gilt auch von den physikalischen Eigenschaften des gelben Bindegewebes. Die weiteren Abschnitte behandeln das Sehnen-, Knorpel- und Knochengewebe, deren physikalische Eigenschaften nicht nur den Anatomen und Physiologen, sondern auch den Kliniker, insbesondere den Chirurgen, in hervorragendem Maße interessieren. Das gilt im besonderen von jenen Kapiteln, in denen die elastischen Eigenschaften ganzer Knochen, des Thorax, Beckens und Schädels behandelt werden. Die mechanischen Bedingungen für das Zustandekommen der verschiedenen Frakturen, Sehnenzerreißen werden hier sehr sorgfältig analysiert und sind dadurch geeignet, manche irrigen Auffassungen in der Aetiologie dieser Vorgänge zu beseitigen. Ferner werden von ganzen Organen noch die Blutgefäße und Nerven untersucht.

Das größte Interesse fordert jenes Kapitel, welches Triepel mit

der Aufschrift „Zusammenfassung und Ausblicke“ überschrieben hat, denn darin werden die allgemeinen Gesichtspunkte entwickelt, welche sich aus der Gesamtbetrachtung der einzelnen Detailforschungen ergeben und die für die Biologie von allgemeiner Bedeutung sind. Deshalb wollen wir auch diesen Ausführungen Triepel's eine genauere Besprechung zu teil werden lassen.

Aus einer Vergleichung der verschiedenen Gewebe miteinander ergibt sich die interessante Thatsache, dass ein Gewebe im allgemeinen eine um so größere statische Festigkeit besitzt, je größer seine Elastizität ist. Eine Ausnahme macht die Zugfestigkeit des kontrahierten Muskels, welche jene des gelben Bindegewebes übertrifft. Dagegen nimmt die Zerreißungsdehnung mit dem Ansteigen des Dehnungsmoduls und der statischen Festigkeit ab. Die Ruckfestigkeiten zeigen keine regelmäßigen Beziehungen zum Elastizitätsmodul E_z . Auffallend könnte es nun erscheinen, dass die Knochen bei dynamischer Beanspruchung eine relativ geringe Widerstandsfähigkeit besitzen. Namentlich ist ihre Stoßfestigkeit verhältnismäßig klein. Ich glaube, dass sich dieses Verhalten aus der funktionellen Beanspruchung erklären lässt, da ja die Mehrzahl der Knochen unter physiologischen Bedingungen hauptsächlich statisch und nicht dynamisch beansprucht wird und die eventuell vorhandene dynamische Beanspruchung relativ klein ist. Dementsprechend bildet auch der Knochen nach dieser Richtung hin keine besonders hervortretende Qualitäten aus, weil ein entsprechender funktioneller Reiz fehlt.

Ueberhaupt sind die statischen Beanspruchungen der Gewebe die häufigeren, denen gegenüber auch die Gewebe eine ziemlich große Sicherheit bieten. Wenn trotzdem einige Gewebe, wie Muskeln, Sehnen und gelbes Bindegewebe Dehnungen erfahren, die den Zerreißungsdehnungen sehr nahestehen, während bei Knorpel und Knochen die während des Lebens vorhandenen Zusammendrückungen hinter den maximalen weit zurückbleiben, so besteht doch für die auf Zug beanspruchten Gewebe innerhalb der normalen Funktionsgrenzen keine erhöhte Zerreißungsgefahr, weil gewisse Dehnungen einfach nicht überschritten werden können, da einer weiteren Verlängerung andere Organe oder Gewebe entgegen wirken. Anders liegen die Verhältnisse beim Knorpel und Knochen, wo maximalen Formänderungen keine Hemmungen durch das Dazwischentreten anderer Gewebe geboten werden. Da sind die normalen Beanspruchungen weit unterhalb der Festigkeitsgrenzen gelegen, wodurch eine ziemlich große Sicherheit gegen Kontinuitätstrennungen gewährleistet wird. Bei Geweben, deren Festigkeit und Elastizitätsbreite gegeben ist, kann, wenn keine anderen Hilfen zur Verfügung stehen, eine erhöhte Sicherung dadurch erreicht werden, dass die Menge der Gewebselemente in dem gefährdeten Körperteile vermehrt wird. Auf Grund dieser Ueberlegung

kommt nun Triepel zu dem Schlusse, dass in den Knochen und Knorpeln und vielleicht auch in den Bändern etwas mehr Material angehäuft ist als unbedingt notwendig wäre, um sie zu befähigen, den im gewöhnlichen Leben an sie herantretenden Ansprüchen zu genügen. Es ist, wie Triepel fortführt, die Natur nicht an ein Gesetz gebunden, auf Grund dessen sie einen bestimmten Erfolg immer unter Aufwand der geringsten möglichen Mittel erzielt.

Ich möchte glauben, dass Triepel damit doch zu weit geht. Denn eine große Reihe von Beobachtungsthatfachen weist darauf hin, dass im allgemeinen eine Verschwendung von Material im Ausbaue der Organismen nicht stattfindet. Es gilt dies nicht nur für die morpho- und histogenetischen Vorgänge, sondern auch für andere Lebenserscheinungen. So musste die lange Zeit als bewiesen angesehene Luxuskonsumption der Verdauungsphysiologie auch einer besseren Erkenntnis weichen. Man darf bei derartigen Betrachtungen nur nicht einen bestimmten Erfolg als von der Natur intendiert annehmen und dann als Maßstab zu grunde legen. Wir müssen uns unbedingt von diesen teleologisch angehauchten Erklärungen und Schlüssen vollkommen frei machen. Sicherlich kommt für den Ablauf und Umfang der morpho- und histogenetischen Prozesse der Erfolg überhaupt nicht in Frage, er ist für die Natur, wenn ich so sagen darf, gar nicht vorhanden, sondern er wird erst von uns geschaffen, indem wir zwischen verschiedenen Objekten und Eigenschaften bestimmte Beziehungen herzustellen versuchen. Die Finalität, heiße sie nun Teleologie oder Zielstrebigkeit oder sonstwie, ist ein Kunstprodukt, das für die kausale Forschung keine Daseinsberechtigung hat. Die einzig zum Ziele führende Analyse biogenetischer Vorgänge muss sich möglichst physiologischer Grundlagen bedienen, und als solche bieten sich in erster Linie die Beziehungen zwischen Reiz und Reaktion dar.

Gerade beim Knochen können wir auf Grund dieser Erfahrungen die thatsächlichen Erscheinungen genügend erklären. Nach Roux's Gesetz der dimensionalen Hypertrophie nimmt das Dickenwachstum eines in der Richtung seiner Längsachse gedrückten Knochens zu. Dass dieses Gesetz nicht für alle Gewebe giltig ist, geht aus meinen vor kurzem veröffentlichten Betrachtungen über das Blutgefäßsystem¹⁾ hervor, die mich zu der Anschauung führten, dass für glatte Muskulatur und Bindegewebe ein Zug eine Wachstumshemmung senkrecht zur Zugrichtung abgebe. Vielleicht spricht sich in diesem gegensätzlichen Verhalten eine Anpassung an die funktionellen Reize der auf Zug oder auf Druck beanspruchten Gewebe aus.

1) Zur Physiologie und Wachstumsmechanik des Blutgefäßsystems. II, Mitt. Zeitschrift für Allgemeine Physiologie, II. Bd., 1. Heft, 1902.

Diese Erörterungen leiten uns zu dem Abschnitt „Beanspruchung und Gewebsbildung“ des Triepel'schen Buches über. So befriedigend auch der Nachweis unmittelbarer mechanischer Beeinflussung für die Entstehung der Gewebe ist, so stellen sich einer solchen Betrachtung noch viele Hindernisse in den Weg. Vor allem weist Triepel darauf hin, dass im Gefolge der Beanspruchungen nur drei Arten von Spannungen, Zug-, Druck- und Schubspannungen, auftreten können, denen eine größere Menge von Geweben gegenüber steht, dass ferner mit einer beliebigen primären Spannung die beiden anderen als sekundäre verbunden sind und dass endlich an manchen Geweben alle drei Spannungen primär allein oder in Kombination vorhanden sein können. Dennoch können zwei Hauptgruppen von Geweben, die „zieh-fähigen“ und die „drückfähigen“ unterschieden werden, je nachdem ihre Hauptbeanspruchung auf Zug oder Druck stattfindet. Zur ersten Gruppe wären Muskel-, gelbes und kollagenes Bindegewebe zu rechnen, zur zweiten Knorpel- und Knochengewebe. Jedenfalls wird überall dort, wo Druck als Teilbeanspruchung bei Biegung oder Knickung auftritt, nur drückfähiges Gewebe verwendet. Daraus kann man wohl schließen, dass die Art der Beanspruchung zur Entwicklung eines bestimmten Gewebes in kausaler Beziehung steht; aber außer diesen kommen noch andere Momente, wie z. B. die Größe der Spannungen in Betracht. Die Beanspruchungen, denen die Gewebe während des Lebens unterliegen, zeigen nun, dass mit dem Vorkommen größerer Spannungen ein größerer Elastizitätsmodul verbunden ist. Ähnliche Anschauungen habe auch ich in meiner voranstehend citierten Arbeit geäußert, wo ich über den differenzierenden Einfluss der Reizintensitäten sprach²⁾.

Obzwar man auch für den Muskel eine ähnliche Betrachtung anstellen könnte, so meint Triepel dennoch, dass es rätlich sei, bei einer Diskussion, die sich in der Hauptsache auf Gewebe aus der Gruppe der Bindesubstanzen erstreckt, den Muskel aus dem Spiele zu lassen, bei dessen Entwicklung wahrscheinlich noch andere eigenartige Momente eine Rolle spielen. Ich habe in meiner Arbeit versucht, als dieses Moment die Periodizität, bzw. Rhythmizität einer Dehnungsbeanspruchung darzustellen.

Als einen Einwurf gegen die Annahme, dass durch die mechanische Beanspruchung ein formativer Reiz gegeben sei, führt Triepel an, dass die Spannungsverhältnisse beim Erwachsenen ganz andere seien als beim Embryo. Wenn wir also das Prinzip der direkten Bewirkung aufrecht erhalten wollen, müssen wir zur Vererbung der

2) Als ich die betreffenden Abschnitte meiner Arbeit niederschrieb, hatte ich das Triepel'sche Buch noch nicht erhalten. Bei der späteren, nur flüchtigen Durchsicht des Buches war mir diese Stelle entgangen, weshalb ich Triepel's Meinung nicht in der gebührenden Weise citiert habe.

während der Phylogenese erworbenen Gewebsqualitäten greifen. Dafür spricht nach Triepel auch der Umstand, dass die Gewebe bereits angelegt werden, noch bevor sie Gelegenheit haben, den an sie herantretenden Beanspruchungen Widerstand zu leisten. Auch damit stimmen die Ausführungen in meiner letzten Arbeit vollkommen überein, denn ich habe zu wiederholtenmalen mit Roux betont, dass wir von der Vererbung nicht ganz absehen können. Andererseits muss aber doch auch darauf hingewiesen werden, dass aller Wahrscheinlichkeit nach die Plastizität und Empfindlichkeit embryonaler Zellen für formative Reize sehr viel größer sein muss als die der erwachsenen Gewebe, sodass eine geringere Intensität in der funktionellen Beanspruchung dadurch reichlich wettgemacht werden kann. Ueber die mechanische Beanspruchung der Gewebe während der embryonalen Lebensperiode können wir leider nur sehr wenig aussagen. Am besten bekannt ist noch die Beanspruchung der Blutgefäßwänden, die zwar quantitativ, aber nicht qualitativ verschieden sein kann von der beim Erwachsenen vorhandenen. Aber auch andere Gewebe, wie die des Bewegungsapparates sind schon sehr frühzeitig funktionell beansprucht. Wir dürfen nie vergessen, dass die Kindsbewegungen beim Menschen bereits in der 18. bis 20. Schwangerschaftswoche schon von außen fühlbar werden. Diese aktiven Bewegungen müssen aber schon eine ziemliche Intensität besitzen, um durch die Uteruswand und die Bauchdecken hindurch fühlbar zu werden. Infolgedessen muss für das erste Auftreten der aktiven Bewegungen noch ein viel früherer Zeitpunkt des Embryonallebens angenommen werden. Außerdem kommen auch noch die passiven Bewegungen der Frucht und jene Spannungen in Betracht, welche mit dem Wachstum des Körpers und seiner einzelnen Organe verknüpft sind. Daraus geht unmittelbar hervor, dass die Gewebe des embryonalen Körpers auch mannigfachen mechanischen Beanspruchungen unterworfen sind, nur kennen wir deren Richtung und Intensitäten nicht, oder nur zu ungenau, um mit ihnen rechnen zu können. Wir können deshalb in Uebereinstimmung mit Roux auch nicht sagen, wie viel einer Struktur auf Vererbung und wie viel auf direkte Beanspruchung während der Ontogenese zurückzuführen ist.

Triepel glaubt, dass wegen der Kleinheit der Spannungen, die in den ältesten Organismen als Folge ihrer Lebenserscheinungen auftraten, durch direkte Bewirkung nur Gewebe mit sehr niedrigem Elastizitätsmodul entstanden sein können. Später wurden diese Gewebe bei Erhöhung der Beanspruchung durch Metaplasie in Gewebe mit höherem Modul verwandelt, wobei die während des individuellen Lebens erworbenen Gewebsqualitäten vererbt wurden. Für eine derartige Auffassung sprechen viele Erscheinungen der auf-

steigenden Tier- und Pflanzenreihe. Da wir zur Gewebsbildung immer Zellthätigkeit voraussetzen müssen, so muss die mechanische Bewirkung, welche während der Phylogenese zur Metaplasie führt, in erster Linie die Zellen treffen und nicht die Differenzierungsprodukte. Die sich dabei in den Zellen abspielenden Vorgänge entziehen sich unserer Kenntnis. Nur vermutungsweise wird von Triepel die Ansicht geäußert, dass durch die Beanspruchung eine Veränderung in der ursprünglichen Bewegung der einzelnen Moleküle oder Molekular-komplexe auftritt. Durch diese Annahme können wir erwarten, dass die größte Dimension der gebildeten Gewebelemente mit der Beanspruchungsrichtung zusammenfällt. Diese Hypothese findet nun tatsächlich in der Ausbildung der funktionellen Strukturen eine weitgehende Bestätigung. Freilich kommt hierbei noch ein weiteres Moment mit in Frage, nämlich die Partialauslese, der Kampf der Teile nach Roux. Wenn Triepel meint, dass das Roux'sche Prinzip nur dann zu Hilfe gerufen werden soll, wenn wir die Beeinflussung durch äußere Bedingungen nicht mehr zu erkennen vermögen, wenn also das Prinzip der direkten Bewirkung versagt, so glaube ich, dass er die Roux'schen Ausführungen anders auffasst, als Roux selbst. Triepel schränkt damit das Geltungsbereich des Roux'schen Prinzips ein; ich glaube aber, dass eine solche Einschränkung nicht gerechtfertigt ist, weil Roux's Kampf der Teile im wesentlichen auf dem Einfluss der direkten Beanspruchung beruht, die als funktioneller Reiz wirkt.

Ein Vorkommen embryonaler, d. h. ontogenetischer Metaplasien durch Spannungserhöhungen erscheint Triepel zweifelhaft. So hält er es für ausgeschlossen, dass zu der embryonalen Umbildung von Knorpel in Knochen Spannungsänderungen die Veranlassung geben sollten. Als möglich wird dagegen ein solcher Vorgang für gewisse Gewebsvorstufen (gelbes Bindegewebe) hingestellt. Wenn aber selbst im postembryonalen Leben solche Umwandlungen im Gefolge von Aenderungen der Beanspruchung eintreten können, wie die bekannten Exerzier- und Reitknochen, sowie Altersveränderungen zeigen, worauf auch Triepel hinweist, dann erscheint mir ein Gleiches für das embryonale Gewebe durchaus nicht ausgeschlossen, zumal während des Embryonallebens relativ bedeutende Spannungsänderungen vorkommen, wobei immer an die große Plastizität embryonaler Zellen und deren größere Empfindlichkeit für formative Reize zu denken ist.

Ich könnte mir sehr wohl vorstellen, dass eine Verknöcherung der knorpelig vorgebildeten Skelettstücke durch eine Druckerhöhung in folgender Weise zu stande kommt. Wie bei den Blutgefäßen durch die Differenz des Eigenwachstumes und des der Unterlage eine Längsspannung sich entwickelt, so stellt sich auch aus den gleichen Ursachen allmählich eine Spannung der Skelettmuskulatur ein. Triepel nimmt auch einen solchen Vorgang an.

Dadurch nun, dass der Muskel mit dem fortschreitenden Längenwachstum der knorpeligen Unterlage immer stärker und stärker gespannt wird, werden die zwei zwischen seinem Ursprungs- und Insertionspunkte liegenden knorpeligen Skelettstücke immer mehr gegen einander gepresst und so in immer stärkerem Maße auf Druck beansprucht. Ist dieser Druck stark genug, dann tritt die allmähliche Umwandlung des Knorpels in Knochen ein. Für eine solche Annahme scheint auch die Lagerung der Knochenkerne, sowie ihr zeitliches Auftreten zu sprechen. Natürlich kommen auch hier wieder die Einflüsse der Vererbung mit ins Spiel. Dass der Uebergang von Knorpel in Knochen in seinen letzten Ursachen funktionell bedingt sein muss, darüber kann meiner Meinung nach kein Zweifel herrschen. Fraglich und strittig ist nur, ob wir es hier einzig und allein mit einer Vererbung einer im Laufe der Phylogenese funktionell erworbenen Eigenschaft zu thun haben, oder ob wir auch während der Ontogenese ursächliche Momente etwa in Form der geschilderten Spannungsänderungen anzunehmen haben. Das gesetzmäßige zeitliche und örtliche Auftreten der Knochenkerne scheint gegen eine ausschließliche Vererbung des ganzen Verknöcherungsprozesses zu sprechen, es weist vielmehr darauf hin, dass auch während der Ontogenese wichtige Faktoren mit ins Spiel kommen. Wie schwer es übrigens ist, beim Verknöcherungsprozess ontogenetische und phylogenetische Einflüsse voneinander zu scheiden, beweist am besten der Verknöcherungsprozess der Epiphysen, worauf auch Triepel hinweist.

Wenn ich noch einmal am Schlusse dieser Betrachtungen ein Gesamturteil über das Triepel'sche Buch aussprechen möchte, so sei vor allem betont, dass trotz der besprochenen Meinungsdivergenzen das Buch vor allem die gestellte Aufgabe erfüllt, einen abgerundeten Ueberblick über die bisherigen Ergebnisse der physikalischen Anatomie zu vermitteln und dass es deshalb für jeden, der sich mit den kausalen Problemen der Morphologie und Physiologie beschäftigt, ein wertvolles und sehr willkommenes Werk sein wird. [72]

R. F. Fuchs (Erlangen).



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [22](#)

Autor(en)/Author(s): Fuchs R. F.

Artikel/Article: [Triepel, Hermann: Einführung in die physikalische Anatomie. 780-788](#)