

Zeitschrift: Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire
ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

Herausgeber: Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

Band: 60 (1918)

Heft: 8

Artikel: Über Wesen und Aufgaben der Entwicklungsmechanik

Autor: Wenger, F.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-591384>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 06.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

SCHWEIZER ARCHIV FÜR TIERHEILKUNDE

Herausgegeben von der Gesellschaft Schweizer. Tierärzte

LX. Bd.

August 1918

8. Heft

Über Wesen und Aufgaben der Entwicklungs- mechanik. *)

Von Dr. F. Wenger, Kreistierarzt, Frutigen,
Privatdozent für Entwicklungsgeschichte speziell Entwicklungsmechanik.

Was ist Entwicklungsmechanik und was will sie? Dieser neue Zweig der biologischen Wissenschaft, der Lehre vom Leben, fragt z. B.: Warum sind die Lebewesen so geworden, wie wir sie heute sehen? Warum sehen ihre Organe so aus und nicht anders? Warum funktionieren sie gerade so, in einer für sie typischen Weise? Wie sah das Tier, die Pflanze, die Einzelzelle in ihren frühern Stadien ihres Werdens und Wachsens aus? Welches waren die Ursachen ihrer Entstehung, welches die Bedingungen ihrer Weiterentwicklung? Die Entwicklungsmechanik oder die Lehre vom gestaltenden Geschehen will allen den Stoff und alle die Kraft organischer und anorganischer Natur untersuchen und deren Wirkung zu erklären suchen, die vermutlichen Einfluss haben auf Werden und Wachsen der Lebewesen, und zwar ob dieser Einfluss nun sichtbar sei oder nicht; auch den unsichtbaren Einfluss versucht sie, soweit möglich zu ergründen, denn jegliche sichtbare Erscheinung muss während ihres Werdeganges einmal logischerweise die Schwelle vom Unsichtbaren zum Sichtbaren überschritten haben.

Das Ziel der Entwicklungsmechanik ist somit, nach den Worten ihres Begründers, Wilhelm Roux, Professor der menschlichen Anatomie in Halle an der Saale, die Er-

*) Antrittsvorlesung, gehalten am 25. Mai an der Universität Bern.

mittlung der Ursachen des Entwicklungsgeschehens der Lebewesen, der Ursachen sowohl der typischen Entwicklung des Einzelwesens wie seiner Variationen (Art und Gattung) und seiner Vererbung; dazu kommt noch die Erforschung der Ursachen der „Erhaltung der Gestaltungen“, also der im populären Sinn zu verstehenden Beständigkeit der Lebewesen, die nicht zu verwechseln ist mit der Typenlehre Cuviers. Dieser Teil bildet die ontogenetische Entwicklungsmechanik. Ihr ist aber noch anzufügen die Erforschung der Ursachen der Stammesentwicklung, der Phylogenese, so wenig weit solche Erforschung jetzt nachträglich noch möglich ist. Soweit Roux. Seine Lehre kann als eine Folge der Lehren Lamarcks und Darwins aufgefasst werden. Die Frage warum (kausale Morphologie wurde die Entwicklungsmechanik früher genannt *) warum im Sinne von woher? in bezug auf die Lebewesen ist ihre Triebfeder, während die gewohnten Disziplinen der Anatomie und Physiologie die Frage „Wie“ und die Frage „Warum“ im Sinne von „Wozu?“ zur Triebfeder haben (Nützlichkeitsforschung), welche bei allen Wissenschaften zumeist die ursprünglichste Frage ist.

Dies eine ganz allgemeine und weitgefasste Umschreibung des Begriffes Entwicklungsmechanik. Genauere Definitionen werden folgen, doch will ich schon hier betonen, dass die Entwicklungsmechanik als junge Wissenschaft noch nicht definitiv fest abgegrenzt ist. Selbst die Bezeichnung des Begriffes Entwicklungsmechanik findet auch unter überzeugten und auf diesem Gebiet fleissigen Anhängern manchen Widerstand; manche andere Bezeichnung wurde an ihrer Stelle vorgeschlagen, und man gewinnt aus der Literatur die sich befestigende Vermutung, dass das nicht ganz glückliche Wort Entwicklungsmechanik unserer Lehre ganz unverdienterweise manchen Gegner zugezogen hat.

*) Ich ziehe diese ältere Bezeichnung entschieden vor.

Prof. Otto Maas, München, schreibt in seinem Buch „Einführung in die experimentelle Entwicklungsgeschichte“ — er setzt unter diesen Titel Entwicklungsmechanik in Klammern — darüber folgendes: „Diese Betrachtungsweise und Methodik (Beobachtung und Experiment) begann dann auch bei den „gestaltenden“ Wirkungsweisen der Entwicklung, bei den embryonalen Wachstumsvorgängen etc. Eingang zu finden, und so entstand, schon früher durch W. Roux inauguriert, jetzt von ihm programmartig festgelegt, eine bewusst entwicklungsphysiologische und experimentelle Richtung, die sich immer mehr ausgebreitet und schon fast zu einer ebenso grossen Menge von Einzelarbeiten geführt hat, wie vorher die vergleichende Richtung. Diese moderne Richtung der Entwicklungsgeschichte beansprucht, im Gegensatz zur früheren deskriptiven, kausal zu sein, d. h. den Ursachen nachzugehen, welche den Entwicklungsprozess bewirken, sie sucht Abhängigkeitsfaktoren in demselben zu ermitteln und bedient sich hierzu des Experimentes, indem sie solche Abhängigkeitsfaktoren in bewusster Weise variiert resp. ausschaltet. Die Endabsicht wäre die Zerlegung des Entwicklungsvorganges in immer einfachere Komponenten, die Zurückführung der Vorgänge auf die im Bereiche des Anorganischen erkannten Wirkungsweisen, so dass ein immer geringerer Rest von „Lebens“-Vorgängen unerklärt zurückbliebe. Ob und inwieweit dies möglich ist, darüber gehen selbst unter den Vorfechtern der neuen Richtung die Ansichten sehr auseinander. Die einen sind der Ansicht, dass auch die gestaltenden Wirkungsweisen des Organismus, wie sie sich in der Entwicklung äussern, in letzter Instanz, wenn auch heute noch nicht, so doch später und theoretisch, durch die Kräfte der Physik und Chemie erklärt werden könnten; dieser Anschauungsweise scheint das zuerst für die neue Richtung geprägte Wort „Entwicklungsmechanik“ seinen Ursprung zu verdanken. Auf der andern Seite wird die Ansicht vertreten, dass dieses Ziel überhaupt nicht erreichbar ist, sondern selbst nach Abzug von wirklich als physikalisch-chemisch erkannten Vorgängen die Prozesse im Bereich der lebenden Natur ihre Besonderheiten hätten, die sich im Anorganischen nicht wiederfänden. Diese Ansicht ist als Lehre von der „Autonomie der Lebensvorgänge“ oder als *Neovitalismus* bezeichnet worden. — Bei solcher Divergenz der Meinungen ist an Stelle des Wortes Entwicklungsmechanik das neutralere Entwicklungsphysiologie vorgeschlagen worden. Allein auch dieser Ausdruck erscheint zu weitgehend,

da er ein viel grösseres Verständnis der komplizierten Vorgänge und zahlreichen ineinandergreifenden Komponenten des Entwicklungsprozesses voraussetzt, als uns einstweilen, selbst nach Annahme und Abzug einer vitalen Komponente möglich ist. In vielen Fällen können wir nur die eine oder die andere kennen lernen und manchmal nicht einmal dies, sondern nur Zeit und Lokalisation ihres Eingreifens feststellen. Daher empfiehlt es sich, den indifferenten Ausdruck „Experimentelle Entwicklungsgeschichte“ anzuwenden und damit alle die Ergebnisse zusammenzufassen, die durch das Experiment an sich entwickelndem Material gewonnen wurden. Die Anwendung des Experimentes ist das wesentliche Kennzeichen der neuen Richtung.“

Diese Umschreibung betrachte ich als eine der zutreffendsten unseres Gebietes; doch müssen wir gleich auch das „Experiment“ genauer bezeichnen, d. h. weiter fassen als nur der Versuch mit künstlichen menschlichen Instrumenten, Apparaten und Chemikalien:

Boveri schrieb in einer seiner Schriften: „Wenn nicht geschnitten oder ein den normalen Bedingungen fremder Stoff eingeführt oder ein Apparat vom Mechaniker angefertigt worden ist, so ist es in den Augen mancher Experimentatoren kein Experiment. Wogegen doch das Wesentliche des Experimentes nur darin liegt, dass man sicher weiss, dass gewisse, sonst stets vorhandene Umstände in einem gegebenen Fall in bestimmter Weise abgeändert worden sind. Wer sie abändert, ob der Beobachter oder die Natur selbst, ist ganz gleichgültig. Ja, der Forscher am Lebenden wird es sich ganz besonders angelegen sein lassen, Abweichungen vom Normalen aufzufinden, bei denen er selbst mit seinen rohen Mitteln gar nicht eingegriffen hat, und wo er doch die Art des Veränderten völlig zu durchschauen vermag.“

Boveri stellt also das Experimentieren der Natur selbst über das künstliche Experiment und die Aufgabe des Forschers ist wiederum die Beobachtung und die Deutung.

Ein Konkurrent wissenschaftlicher Forschungsmethode ist der Entwicklungsmechanik — wir wollen diesen schon eingebürgerten Namen für heute beibehalten — erstanden im „Konditionismus“ des grossen Physiologen Max Verworn. Aber nur scheinbar. Verworn fragt: Unter welchen

Bedingungen kann sich etwas entwickeln, kann etwas entstehen? Unter welchen Bedingungen kann etwas nicht entstehen, und er findet, unter der Erforschung der einzelnen Bedingungen und ihrer Variationen müsste die Erkenntnis reiche Fortschritte machen; die „Ursachenlehre“, die Kausalitätsforschung hingegen, auf der die Entwicklungsmechanik aufgebaut ist, sei nichts anderes als ein „Eiertanz“, den Roux aufführe zwischen den verschiedenen Ursachenarten. Verworn findet den Ursachenbegriff als irreführend und will ihn eliminieren, weil die Kausalität auf die wissenschaftliche Analyse entwicklungsgeschichtlicher Fragen nur verwirrend gewirkt hätte. Verworn sagt, das Volk rede nur von einer Ursache jedes Geschehens, während doch mindestens zwei Bedingungen zu jedem Geschehen nötig seien. Verworn muss letzten Endes wohl denken, dass diese Mindestzahl von zwei Bedingungen seien: das Vorhandensein eines mit Kraft versehenen Stoffes.

Es handelt sich aber offensichtlich nur um einen Wortkrieg, der über die Bezeichnung geführt wird, aber mit dem Wesen der Sache selbst nichts zu tun hat. Betrachten wir die beiden grossen philosophischen Worte: kausale Weltanschauung — hie Roux, und konditionale Weltanschauung — hie Verworn — in ihrer einfachsten Form; die Frage nach dem „Warum“ und die Frage „wenn“ im Sinne von „unter welcher Bedingung“, so sehen wir, dass sich die Frage „Warum“ den Fragenknäueln der Entstehung, die Frage „Wenn“ mehr deren Weiterentwicklung zuwendet; aber zur völligen Erkenntnis des zu untersuchenden Gegenstandes werden sich kausale und konditionale Forschungsmethode ergänzen müssen, geschehe dies nun im Widerstreit der Forscher oder nicht, zumeist wird wohl jeder Forscher beide Forschungsmethoden ganz unbewusst anwenden, und wenn die Arbeit getan ist, wird man beide Forschungsmethoden hinterdrein darin zu finden vermögen. Was ich bitten möchte, ist das, der Entwick-

lungsmechanik ihren Namen und ihre nicht jedermann geläufigen Begriffe, nicht ihr Wesen selbst, es entgelten zu lassen. — Auch Haeckel, der grosse Zoologe in Jena, wandte sich gegen unsere Lehre, und er meinte, sein biogenetisches Grundgesetz — wonach die Entwicklungsgeschichte eines Tieres (die Ontogenese) die kurze Rekapitulation seiner Stammesgeschichte (Phylogenese) ist, d. h. die wichtigsten Organisationsstufen, welche seine Vorfahren durchlaufen haben, treten, wenn auch etwas modifiziert, in der Entwicklung des einzelnen Tieres wieder auf — sei bereits die „zureichende kausale Erklärung“ der Ontogenese. Die Entwicklungsmechanik will aber zu erforschen suchen, welches die Ursachen zu diesem biogenetischen Grundgesetze sind, d. h. welches die Faktoren, bzw. die Teilursachen und die Wirkungsweisen ihrer Kombinationen sind, die zur Entwicklung, zum Werden und Wachsen der Organismen führen.

Von der Bedeutung der Entwicklungsmechanik: Es besteht also zunächst ein rein wissenschaftliches Interesse, das Streben nach Erkenntnis nicht nur des Seins aller Lebewesen, insbesondere aber ihres Werdens. Sie ist aber gleichzeitig ebenfalls eine Nützlichkeitsforschung, und das wird meines Erachtens zu wenig beachtet. Ein Beispiel soll das erklären: Die Ursachen einer Krankheit sind für eine erfolgreiche Behandlung wichtiger noch als das Wesen der Krankheit selbst. Was nützt uns die beste Salbe, das beste Heilmittel z. B. bei einem Satteldruck oder Kummetdruck oder wenn uns der Schuh drückt, wenn wir die drückende Stelle des Sattels oder im Schuh nicht suchen und korrigieren? Was nützt uns die beste Behandlung, wenn wir die Ursachen des Leidens, welche dasselbe veranlasst haben, nicht beseitigen, wenn dieselben weiterwirken können? Die moderne konditionale Betrachtungsweise der Krankheiten und ihrer Heilung Verworns und v. Hansemanns nimmt hierauf

in weitgehendem Mass Bezug als dies früher geschah. Erfolgreiche Behandlung einer Krankheit verlangt zumeist Erkenntnis der Ursachen. Die Erkenntnis dieser Ursachen aber muss man sich erst aneignen, sie üben. — Dies ist ein Beispiel aus der klinischen Medizin, es lässt sich leicht auf andere Gebiete, auch des alltäglichen Lebens, übertragen. In diesem Sinn, meine ich, wirkt die Entwicklungsmechanik als Ursachenforschung nützlich.

Auf welche Weise kann man am besten in ihr Wesen eindringen? Die Lektüre verschiedener Schriften oder Stellen über Entwicklungsmechanik von Autoren, die nicht selbst diese Disziplin pflegen, veranlasst mich, zuerst zu sagen, wie man es nicht tun soll. Wer aus dem Begriff, dem Wort selbst, auf ihr Wesen und Wollen zu schliessen sucht, der geht, wie schon mit Absicht mehrfach betont, leicht fehl, denn der Fernerstehende sagt sich, und mit Recht, Entwicklung irgendwelcher Art, nicht nur des Tier- und Pflanzenreiches, hat doch gewiss mehr als diese eine physikalische Kraft, die Mechanik, nötig. Selbst wer sich ein etwas genaueres Bild machen will und zu diesem Zweck die 1912 neu geschaffene Terminologie der Entwicklungsmechanik der Tiere und Pflanzen durchsieht, auch der wird sich kaum angezogen fühlen, denn dieses ca. 460 Seiten starke Buch, bearbeitet von zwei Anatomen, dem Begründer Roux und Fischel, und zwei Botanikern, Correns und Küster, ist, seinem Zweck entsprechend, mehr ein Mittel zum Zweck gegenseitigen Gedankenaustausches. Die Terminologie ist von den Autoren dieses Faches adoptiert worden, um unter einem Begriff ein und dasselbe zu verstehen; und damit nicht der eine dies und der andere das unter demselben Ausdruck sucht. Nur so glaubten die Verfasser, Klarheit in oft verwickelten Fragen und manchmal schwer in Einzelfragen auflösbaren Fragenknäueln zu bringen und einmal entstandene, nur schwer zu hebende Missverständnisse zu vermeiden. Dieses Buch voll präziser und

deshalb oft komplizierter Definitionen als Lehrbuch benutzen zu wollen, empfiehlt sich also nicht, obschon es bis heute noch kein vollständiges systematisches Lehrbuch der Entwicklungsmechanik gibt. Es ist ein notwendiges Hilfsmittel für den Autor, sich verständlich zu machen, und für den Leser, dessen Schriften vollends zu verstehen, für den Fall, dass dies nicht sonst möglich sein sollte. Ich spreche hier im Hinblick auf die oben berührten Angriffe Verworns, die Roux 1913 veranlassten, in der Schrift „Über kausale und konditionale Weltanschauung und ihre Stellung zur Entwicklungsmechanik“ sein Werk erneut zu verteidigen, und ferner im Hinblick auf einen Zeitungsartikel (Neue Zürcher Zeitung), betitelt: Die Formbildung des Lebens.

Wer sich in geeigneterer Weise in das Gebiet vertiefen oder es auch nur ganz allgemein, aber doch einigermaßen richtig kennen lernen will, der lese das kleine Buch „Einführung in die experimentelle Entwicklungsgeschichte“ von Prof. Dr. Maas in München, 1903, Wiesbaden, oder die obgenannte Schrift Roux's über kausale und konditionale Weltanschauung; man denke aber daran, dass es eine Streitschrift ist — oder, was ich für das Geeignetste halte, man gehe auf die Stadtbibliothek und lasse sich einen der seit 1895 bis heute erschienenen 42 ziemlich dickleibigen Bände des Archivs für Entwicklungsmechanik der Organismen geben oder zum Zweck der Übersicht das Generalregister der ersten 25 Bände — oder wo vorrätig, die zwei Bände Gesammelte Abhandlungen, welche Werke sämtlich im Verlag Wilhelm Engelmann in Leipzig erschienen sind. Getreu dem alten, wahren, auch in der Wissenschaft erprobten Satz: an ihren Früchten sollt ihr sie erkennen, möge der Leser sich vorerst einmal die verschiedenartigen und doch zusammengehörenden Titel nachsehen, sodann die kurzen Zusammenfassungen am Schluss der meisten Arbeiten, besonders jener, für die der Leser sich gerade interessiert, und sodann, bei einmal gewecktem

Interesse, die zugehörigen, meist eingangs der Arbeiten beschriebenen Versuche. Das eigene Interesse wird den Leser wohl stets an irgendeiner Stelle in die Tiefe führen. Man lasse sich also ganz einfach vom eigenen Interesse leiten. So weitläufig und mannigfaltig das Gebiet des organischen Lebens und seiner Entwicklung zu sein scheint, so stösst man doch immer wieder auf eine gewisse Gleichartigkeit. Dies ist der Grund, weshalb ich Interessenten diesen Rat gebe, und ferner deshalb, weil in der beschränkten Zeit einer akademischen Stunde es kaum möglich ist, ein treffsicheres Bild über unser Gebiet zu geben.

Meinem Vorschlag getreu will ich weiteren Erklärungen einiges vorausschicken, was für Fragen von der Entwicklungsmechanik bearbeitet worden sind und bearbeitet werden. — So wurde und wird versucht herauszufinden, ob durch bekannte physikalische Kräfte, z. B. Schwerkraft, osmotischer Druck, Oberflächenspannung, Wärme, Licht, Elektrizität usw. und durch Variierung ihrer Intensität und durch in ihrer Wirkung bekannte chemische Stoffe und durch Variierung deren Quantität die Entwicklung befruchteter Eier und Embryonen von Tieren, meist niederer Tiere, beeinflusst werden könne und welche Resultate sich dabei ergeben. Mit Vorliebe werden dazu Froscheier und Seeigeleier benutzt. Die Entwicklungsmechanik im engern Sinn beschäftigt sich hauptsächlich mit derartigen Untersuchungen. Aber auch die postembryonale Entwicklung, nach der Geburt also, wird bearbeitet. Dahin gehört der vielleicht bedeutungsvollste aller Entwicklungsfaktoren, die funktionelle Anpassung, d. h. die Anpassung der organischen Körpergewebe an ihre eigene Funktion, mit andern Worten, in welcher Weise sich die Gewebe bzw. Organe in ihrem innern Bau und in ihrer äusseren Form und Gestalt verändern unter dem Einfluss ihrer Arbeit, ihrer Funktion. So ist man dazu gelangt, das wirre und doch zierliche Netzwerk im Innern der Knochen, die

schwammige Knochensubstanz zu verstehen und mathematisch, geometrisch, statisch-mechanisch zu erklären; oder — ein anderes Beispiel — das reich verästelte Blutgefäßsystem, dessen Verzweigungen auf uns bekannte physikalische, hydrodynamische, genauer hämodynamische, blutdynamische Gesetze zurückzuführen. Man hat angefangen zu studieren, ob einzelne Teile eines Organismus imstande seien, für sich allein, ausserhalb des Organismus, weiterzuleben und wie lange dies unter geeigneten Bedingungen möglich ist. Das sind die sogenannten Kulturversuche von Teilen verschiedener Körpergewebe, ein Verfahren, ähnlich wie man Bakterien kultiviert. Nebenbei bemerkt sind es die Leukozyten, die weissen Blutkörperchen, welche von allen Körperzellen das Überleben ausserhalb des Organismus am längsten aushalten. Oder man studiert das Verhalten von Organen und Geweben, die aus ihrer normalen Lage aus dem normalen Organismus herausoperiert und an anderer Körperstelle desselben oder anderer Tiere eingepflanzt wurden. (Explantations- und Transplantationsversuche.) Andere Entwicklungsmechaniker haben bei — meist niederen — Tieren Glieder oder andere Körperteile entfernt, um eine allfällige Ersatzneubildung zu studieren oder wie sich der Gesamtorganismus bei irgendeinem bestimmten Eingriff zu behelfen vermag. (Regenerations-, Regulationsversuche und Gewebsdifferenzierung.) Andere Forscher studieren den Einfluss des Zentralnerven- und Sympathikussystems auf die Entwicklung von Geweben, Organen und Organismen. Dieser Zweig ist eine bestimmte Richtung innerhalb der Entwicklungsmechanik. — Die Vererbungsexperimente und Vererbungsstudien stellen einen andern, einen Hauptarbeitszweig dar. Derartige Forschungen können an allen mit Leben begabten Geschöpfen gemacht werden, nicht nur an niedern und niedersten Tieren, auch an Einzelligen, ebenso an Pflanzen, von den niedern bis zu den höchsten Gattungen. — Dementsprechend

interessieren sich Zoologen, Botaniker, Human- und Veterinärmediziner, kurz alle Disziplinen, die sich mit dem lebenden Organismus beschäftigen, für Entwicklungsmechanik. Gern möchte diese neue Disziplin auch den Chemiker, Physiker und Mathematiker (für statische und mechanische Probleme) interessieren. Sie werden denken: Das verstösst sich aber wider das wichtige, wahre Prinzip: In der Beschränkung zeigt sich erst der Meister. Gewiss. Aber: Kümmert sich die Natur, das Leben und seine Entwicklung um die Schranken unserer menschlichen schulisches Disziplinen? Sehen Sie nur eine Fensterscheibe an oder irgendein Lebewesen. Steckt da, menschlich-wissenschaftlich betrachtet, nicht eine Menge Schulfächer drin? Zur Entstehung einer Fensterscheibe haben, es sei nur andeutungsweise gesagt, Grundsätze und Lehren der verschiedensten Disziplinen mitgeholfen. Dieses Faktum übertragen wir nun auf das organische Leben. Ich möchte Ihnen folgende Frage zur nähern Überlegung empfehlen: Reissen die heutigen älteren Wissenszweige das Leben nicht allzuoft so sehr auseinander, dass darob der natürliche, lebendige Zusammenhang verloren geht? Und doch streben alle diese Disziplinen auf das eine Ziel hinaus, auf die Kenntnis des Lebens und dessen Erhaltung. Ich möchte sagen, es fehlt uns eine Disziplin, ein Schulfach, welches alle, alle unsere Schulfächer zum Wohl des gemeinsam erstrebten Ganzen, der Erkenntnis des Lebens, seines Werdens und seiner Erhaltung, vereinigt, kombiniert, d. h. eine Disziplin, die als schliessliche Resultante aller Komponenten, aller Disziplinen, den wirklichen, natürlichen, allein lebendigen Zusammenhang schafft. Wenn der Entwicklungsmechaniker einem Problem nachsinnt, das mit Leben verknüpft ist, so führt ihn sein Studium, oft ungeahnt, auf Grundsätze und Lehren der Physik, Chemie, Zoologie, Pathologie, zu den technischen Wissenschaften. Lehren und Sätze muss

er nachschlagen, bunt, eben wie das Leben selbst. Die Beschränkung, worin sich auch hier der Meister zeigt, besteht aber nicht in der Beschränkung der Schulfächer, da gehört völlige Freiheit her, wohl aber in der Beschränkung in dem Sinne, das Notwendige vom Nichtnotwendigen, das Wesentliche vom Unwesentlichen zu trennen, und das wird von Fall zu Fall, von Entwicklungsgeschehen zu Entwicklungsgeschehen verschieden sein. Die Entwicklungsmechanik hat also alle Fächer zur Mithilfe nötig, die sich mit Leben beschäftigen und deren Stoffe und Kräfte Einfluss auf die Lebewesen haben.

Nun wollen wir noch zwei wichtige Grundsätze der Entwicklungsmechanik und zwei der bedeutsamsten — wenn auch noch komplexen, zusammengesetzten und noch weiter analysierbaren — Entwicklungsfaktoren kurz betrachten.

Richard Hertwig legt in seinem Lehrbuch der Zoologie, da wo er die Entwicklungsmechanik kurz berührt, auf zwei Forschungsmethoden besonderes Gewicht. Es gilt zu erklären — so sagt Hertwig — dass das so einfach erscheinende befruchtete Ei sich in einen komplizierten Organismus mit vielen gesetzmässig angeordneten Organen umwandelt. Man kann experimentell vorgehen, indem man durch planmässige Eingriffe die Entwicklungsbedingungen künstlich verändert und das Resultat dieser Eingriffe mit den normalen Vorgängen vergleicht. Oder man studiert die Modifikationen, welche ein und derselbe Entwicklungsvorgang bei verschiedenen Tierarten erfährt, Modifikationen, die durch die verschiedenen Lebensbedingungen der Tiere und ihrer Jugendzustände bedingt sind. Auf beiden Forschungswegen ist schon viel im Lauf der letzten Jahrzehnte erreicht und ein tieferes Verständnis der Entwicklungsvorgänge erzielt worden.

So Richard Hertwig. Hier wollen wir anknüpfen. Der Gedanke Hertwigs, dass die verschiedenen Lebensbedingungen die entsprechenden Entwicklungsvorgänge bei verschiedenen Tierarten modifizieren, hat durch Leuckart, einem bedeutenden Zoologen, eine noch schärfere Prägung gefunden und dessen Fassung darf füglich als eines der

wichtigsten entwicklungsmechanischen Grundgesetze gelten, nämlich: „Lebensäußerung und Bau verhalten sich zueinander wie die zwei Seiten einer Gleichung; man kann keinen Faktor, auch nicht den kleinsten, verändern, ohne die Gleichung zu stören.“ Überall in der belebten Natur, in den Organismen als Ganzes betrachtet, in den Organen, in den Geweben bis hinab zu den Zellen, offenbart sich ein harmonischer Ausgleich zwischen Funktion und Form, ein stets wiederkehrendes Abhängigkeitsverhältnis zwischen Funktion und Bau, eine gegenseitige Abhängigkeit zwischen Bedürfnis und Organ. Die Gesetzmässigkeit dieses wechselseitigen Verhältnisses bildet geradezu das am meisten Charakteristische an allem, was mit Leben begabt ist. Dieser Satz Leukarts ist einfach und versteht sich von selbst. Viele entwicklungsmechanische Arbeiten bauen sich darauf und leicht lassen sich noch viel mehr Arbeiten darauf bauen. Auch meine drei bisherigen Arbeiten benutzen dieses Naturgesetz als Grundlage.

Ein zweiter Hauptsatz, den ich zitieren möchte, ist der: Nicht die häufigste, sondern die stärkste Funktion ist massgebend für den statischen Bau der Knochen. Dieser Satz betrifft mehr die spätere embryonale und die post-embryonale Entwicklungsperiode. Er ist nicht nur für die Knochenentwicklung späterer Entwicklungsperioden, sondern sehr wahrscheinlich in der Regel auch für die andern Gewebsarten gültig und hängt eng mit dem Hauptfaktor jeglicher organischer Entwicklung, der funktionellen Anpassung, zusammen.

Mit diesen beiden Sätzen lässt sich kurz am zutreffendsten meine entwicklungsmechanische Richtung andeuten; sie schlägt also hauptsächlich ein in das Gebiet der post-embryonalen ontogenetischen Entwicklungsmechanik mit deren Hauptentwicklungsfaktor der funktionellen Anpassung.

Von der Einteilung der Entwicklungsmechanik: Das

Gebiet vom organischen Werden ist weitläufig und mannigfaltig. Um sich nicht in dem weiten Gebiet zu verlieren, sahen Roux und seine Schüler die Notwendigkeit ein, Ordnung und Einteilung zu schaffen, verschiedene Zweige am Baume der entwicklungsmechanischen Forschung abzuzweigen. So hat Roux den zurzeit meistgepflegten ontogenetischen Teil der Entwicklungsmechanik — neben dem phylogenetischen also — in vier Perioden eingeteilt. In einer diesbezüglichen Schrift: „Die vier kausalen Hauptperioden der Ontogenese“ erklärte Roux dieselben.

Die erste Periode ist dadurch charakterisiert (nach Roux), dass ihre typisch determinierenden (d. h. die Art, Qualität, Besonderheit eines Geschehens, also auch seiner Produkte zumeist im voraus bestimmenden) Faktoren vererbte sind, also in den Fortpflanzungskörpern enthalten sind. Der bekannte Vererbungsforscher August Weismann würde also seine Determinanten da hinein verlegen. Die Gestaltung geschieht somit durch in dem sich entwickelnden Gebilde selber gelegenen Ursachen, sie bildet die Blastula, die Gastrula und die Anlage der Organe. Diese Periode erhielt daher den Namen: Periode der Organanlage (embryonale Periode) oder Periode des selbständigen, d. h. kausal „afunktionellen“, zeitlich „präfunktionellen“ Gestaltens und Wachsens.

Die zweite ist eine Zwischenperiode und hat die Merkmale der ersten und dritten Periode, in welcher Vererbung und funktionelle Anpassung gleichzeitig wirken, und zwar ungefähr gleich stark.

Die dritte Periode ist die Periode des Vorherrschens der funktionellen Entwicklung, des funktionellen Reizlebens, die Gestaltung selber die funktionelle Anpassungsgestaltung. Sie ist charakterisiert durch drei Momente: Aktivitätshypertrophie, Inaktivitätsatrophie und die Unmöglichkeit, Wachstum durch Hyperämie zu veranlassen, wie das früher angenommen wurde. Pathologische Fälle

betrachten wir hier nicht. Die dritte Periode beginnt also für viele Organe schon im Embryo (z. B. Blutgefässe, Muskeln, Knochen).

Die vierte Periode ist die des normalen Seniums, des Greisenalters, der Rückbildung.

Die zwei wichtigsten werktätigen Entwicklungsfaktoren, der eine der ersten, der andere der dritten Periode, sind also Vererbung und funktionelle Anpassung, wenigstens soweit man bis heute gelangt ist. Die organischen Gestaltungen sind danach in gewissem Sinne doppelt bestimmt.

Die Vererbung erhält eine gewisse Artenkonstanz, keine absolut konstante, wie Cuvier glaubte, aber für menschliche Zeitrechnung so erscheinende, relative Artenkonstanz. Die funktionelle Anpassung schafft am Individuum neue Gestaltungen und Veränderungen, zwar wieder vergängliche und innerhalb gewisser Grenzen bestehende, die sich unter günstigen Umständen vererben können, wenn sie dauerhaftig genug geworden sind. Die grossen und in vielen Beziehungen noch völlig rätselhaften Fragen der Entwicklung in möglichster Vereinfachung genommen, könnte man sich fragen, was ist ursprünglicher, die funktionelle Anpassung oder die Vererbung? Ganz analog der populären Frage: Was war zuerst, das Huhn oder das Ei? Diese Fragen greifen tief in das Gebiet der Phylogenese hinein, und wir haben vorläufig noch genug mit der Ontogenese zu tun, deren zwei grosse Probleme der Evolution bzw. Neoevolution und der Epigenesis bzw. Neopigenesis zurzeit eifrig diskutiert werden, d. h. ob die ontogenetische Entwicklung ihren Ausgang nehme von einem viel einfacheren Anfange aus, von wo aus die Formenmannigfaltigkeit sich neu entwickle oder ob die Formenmannigfaltigkeit schon im ersten Anfang, im Keime schon, vorhanden sei und sich dann während der Entwicklung nur noch auszubilden, umzubilden brauche. Viele

glauben, dass die Entwicklung eine Kombination beider darstelle.

Ferner gibt es Naturforscher, die Psychomorphologen, Vitalisten, welche die organischen Gestaltungen von seelischer Tätigkeit, also von der Tätigkeit einer Psyche, eines Psychoids, einer Entelechie (Driesch), eines Archäus (Paracelsus), einer Gestaltungsseele (Aristoteles) nach Wolff, Pauley, Strecker, ableiten wollen. Entelechie, ein gegenwärtiger Forschungszweig, besagt (nach Driesch), dass der lebende Organismus mehr ist als eine Summe oder ein Aggregat seiner Teile, dass es nicht hinreicht, den Organismus ohne weitere Erklärung einen „typisch kombinierten Körper“ zu nennen. Entelechie ist weder eine Energieart, noch von einem chemischen Materiale in ihrem Dasein abhängig; sie ist weder Kausalität noch Substanz im wahren Sinn dieser Worte. Aber sie ist ein Faktor der Natur, obwohl sie sich nur auf die Natur im Raume bezieht und auch nicht selbst irgendwo im Raume ist. Die Teleologie denkt ähnlich; sie ist, auf die Gestaltung der Lebewesen angewandt, die Lehre, dass ein „zwecktätiges“ Organ in den Lebewesen direkt zweckmässig gestaltend wirkt, d. h. nicht auf dem Umwege der funktionellen Anpassung, also Anpassung eines Organes an seine Funktion durch Ausübung der Funktion. — Ich glaube nicht, dass ich teleologisch denke, wenigstens gebe ich mir Mühe, es nicht zu tun. Warum? Teleologie, Vitalismus, Psychomorphologie, Entelechie, alle diese Formen von Forschungsarten sind nebenbeigesagt, manchmal wohl auch unbewusst, ein Mittel zur Bequemlichkeit. Spüren wir dem Grund irgendeiner Frage nach, z. B. dem grössten aller entwicklungsmechanischen Probleme, der Entstehung des Lebens überhaupt, so leuchtet bei allem ernstlichen Wollen beim Denken im Hintergrund schon eine Antwort, mit der man sich leidlich zufrieden geben kann. Ich wiederhole mit andern Worten: Mir ist das Wunderbare in der Natur, das ich kennen

gelernt habe, lieber und befriedigt meine religiösen Gefühle besser als etwas wunderbar Scheinendes, das ich nicht oder noch nicht kenne, d. h. als etwas mystisch Wunderbares. Das Wunderbarste an der Natur ist aber ihr Werden, ihre Entwicklung. Genau genommen gibt es in der Natur überhaupt kein Sein, sondern alles ist in steter Veränderung, in stetem Werden, in steter Entwicklung begriffen. Der Mensch wird ein Kind, ein Jüngling, ein Mann, ein Greis, er wird zu Staub und Asche. Die Entwicklungsmechanik ist trotz ihrem nicht gerade treffsicheren Namen die Lehre vom Werden und Wachsen der Tiere und Pflanzen, wozu auch das Studium der äussern Einflüsse auf dieselben gehört. Man könnte, nicht ganz mit Unrecht, dieser organischen auch eine anorganische Entwicklungsmechanik zur Seite stellen. Dahin würde die Geologie, die Paläontologie und verwandte Gebiete, einschliesslich der Kant-La Place'schen Theorie der Weltbildung vom kreisenden Urnebel aus gehören.

Damit glaube ich wenigstens eine Skizze vom Wesen und der Aufgabe und den zurzeit besprochenen Fragen in groben Umrissen gegeben zu haben, und ich hoffe, Sie werden der Entwicklungsmechanik, der Lehre vom Werden und Wachsen der Organismen, Interesse und Sympathie bewahren, da es sich ja um Fragen handelt, die jeden Menschen beschäftigen müssen, der mit offenem Herz und Sinn durch unsere schöne Natur wandert.