

erklärt sich das schlingenförmige Umbiegen der Kapillaren an den Grenzen dieses Areals durch die Annahme, dass die Fovea der Rest der foctalen Augenblasenspalte sei (vergl. meine Allgemeine Anatomie S. 152).

W. Krause (Göttingen).

Der Kampf der Teile im Organismus.

Von

Dr. Wilhelm Roux,

Privatdocenten der Anatomie an der Universität Breslau.

Die Descendenzlehre oder die Lehre von der mechanischen Entwicklung und Vervollkommnung der Organismen hat, wie bekannt, den größten Umschwung in unsrer ganzen Auffassung des Naturgeschehens hervorgebracht und fast alle Wissenschaften, selbst die der unbelebten Natur, mit neuen Gedanken befruchtet. Ein großartiger Fortschritt in der Erkenntniß und die Entdeckung zahlloser neuer Tatsachen sind die Folgen davon gewesen.

Dieser allseitigen fruchtbaren Anregung gegenüber muss es auffallen, dass gerade in derjenigen Wissenschaft, welche, als die Lehre vom Leben selbst, am meisten hätte alterirt und durch neue Gesichtspunkte bereichert werden sollen, dass in der Physiologie ein derartiger Erfolg fast ganz ausgeblieben ist; und es ist noch hinzuzufügen, dass man bei vielen und hervorragenden Vertretern der Wissenschaft trotz der Anerkennung, welche sie der mechanischen Zweckmäßigkeitslehre im Principe zu Teil werden lassen, für die Anwendung und Verwertung derselben im Einzelnen auf ein gewisses Misstrauen und auf einen stillschweigenden aber festen Widerstand stößt.

Es kann nicht ohne Förderung für unsre Erkenntniß sein, den Gründen dieser auffallenden Tatsache nachzugehen.

Dass alle Einrichtungen in den Organismen zweckmäßig wären, hatte längst als feststehender Grundsatz gegolten und hatte der Physiologie von Anfang an als heuristisches Leitprinzip gedient; daher konnte der nachträgliche Nachweis der allgemeinen Ursache dieser Zweckmäßigkeit nur in geringerem Maße für sie zu neuen Kenntnissen führen.

Die Physiologie bestrebt sich, die Verrichtungen der einzelnen Teile im Körper, das Einzelgeschehen, qualitativ und ursächlich festzustellen und aus demselben das Geschehen im Ganzen zu rekonstruieren. Da aber die heutige Descendenzlehre, indem sie alles bloß auf das sich Bewähren des ganzen Organismus und seiner Teile in der Außenwelt bezieht und das organische Geschehen im Organismus dabei als gegeben voraussetzt, nicht das Geschehen an sich erklärt,

sondern bloß nachweist, warum bestimmte Arten desselben übrig geblieben sind und in dem allgemeinen Wechsel sich zu erhalten fähig waren, so wird die Physiologie in ihren Specialaufgaben durch diese Erkenntniss nicht wesentlich gefördert. Eine allgemeine Entwicklungslehre, welche dieses leisten, welche der Physiologie bei der Lösung ihrer Aufgaben förderlich sein soll, müsste das Geschehen im Organismus selber, wie es fort und fort beim Aufbaue und bei der Umänderung desselben sich vollzieht, mehr oder weniger zu erklären versuchen und zu vermögen; sie müsste nicht bloß ein Princip der Erhaltung von Gegebenem (den Variationen) und dadurch unter Summation ein Princip des Werdens im Großen, sondern des Werdens im Kleinsten, des wirklichen Geschehens sein.

Drittens aber hat der Physiologe auch Veranlassung an der Vollständigkeit und Suffizienz der heutigen Entwicklungslehre zu zweifeln. Denn einmal findet er bei seinen Forschungen so bis in's Kleinste gehende feine zweckmäßige Einrichtungen, für deren Ableitung ihm die Methode der beliebigen Variation und der Auslese durch den Kampf um's Dasein unter den Individuen, so zu sagen, zu grob erscheint; er glaubt nicht, dass dieser Kampf so bis in's feine Detail züchtend zu wirken vermöge. Ob dies berechtigt ist, lässt sich nicht direkt beweisen; denn wir haben kein Urteil über die Variationsgröße, über die Vermehrungszahlen und über die Kampfesintensität, die in der Periode der Bildung dieser Einrichtungen bestanden, und wir kennen auch nicht die Dauer dieser Periode. Es fehlt uns damit jeder Maßstab zur Beurteilung der wirklichen empirischen Leistungsfähigkeit dieser Principien, und auch die Beobachtung der gegenwärtigen Leistungen der Züchtung kann einen solchen nicht abgeben für denjenigen, der an der Vollständigkeit dieser Principien zweifelt; denn im Falle andere noch unbekanntere Principien helfend mitwirken, ist der Effekt der ersteren für sich allein nicht zu beurteilen.

Außerdem bringt der Physiologe den Organismus oft in ganz neue, von ihm ersonnene Bedingungen und beobachtet hierbei Abänderungen in den Lebensprocessen, welche in höchst zweckmäßiger Weise auf direkte Entfernung der Schädlichkeit oder auf Beseitigung ihrer Wirkungen hinzielen. Das Gleiche kommt dem Pathologen und dem Arzte täglich vor Augen. Und wenn auch dieses Vermögen der Selbsthilfe des Organismus, oder, um einen einer veralteten Anschauung entsprungenen aber noch üblichen Ausdruck zu gebrauchen, die „Naturheilkraft“ desselben nicht allmächtig ist, so ist sie doch recht beträchtlich, und, was für uns die Hauptsache ist, sie passt sich in ihren zweckmäßigen Wirkungen auf das engste an die specielle Natur der neuen Bedingungen an.

Aber nicht bloß Physiologe und Pathologe sehen so den Organismus das neuen Verhältnissen entsprechende Zweckmäßige direkt ohne den Umweg der Auslese im Kampfe um's Dasein hervorbringen,

sondern jeder denkende und beobachtende Mensch hat fortwährend dazu Gelegenheit. Unsere Fähigkeiten Sinnesindrücke aufzunehmen und zu verarbeiten, zu denken, sowie bestimmte und unter sich verschiedene Bewegungsweisen auszuführen, Sicherheit darin zu erlangen, Kraft und Festigkeit in den gebrauchten Teilen zu erwerben, kurz unsere Fähigkeit, geistig und körperlich zu lernen und zu arbeiten, unsere ganze Bildungsfähigkeit und unser Vermögen, zweckmäßig und zweckbewusst zu handeln, bekunden wiederum, dass organische Zweckmäßigkeit im Einzelfall nicht bloß durch Auslese im Kampfe der Individuen, sondern fortwährend auf viel näherem Wege entsteht. Die dem zu Grunde liegenden Tatsachen sind auch von den Begründern der Descendenzlehre keineswegs geleugnet oder verschwiegen worden, — dieses beides geschah und geschieht und zwar mit anerkennenswerther Konsequenz nur von übereifrigen Jüngern derselben — aber sie haben diese „teleologische Mechanik“ Pflüger's nicht erklärt.

Mit diesen Tatsachen glaube ich den Widerstand der Physiologen gegen die heutige Descendenzlehre erklären zu sollen, und man wird sich diesen Bedenken wol anschließen; zudem bin ich in der Lage, dieser Auffassung auch anatomischerseits noch Stützen zu verleihen.

Die der speciellen Funktion auf das Feinste angepasste äußere Gestalt der Knochen und ihre bloß die stärksten Druck- und Zuglinien durch Knochensubstanz stützende Struktur sind beide feinere Anpassungen, als ich durch bloße Auslese im Kampfe der Individuen entstanden anzunehmen mich entschließen möchte. Das Gleiche gilt von der Struktur der bindegewebigen und der aus glatten Muskelfasern gebildeten Organe, in welchen die funktionellen Elementarorgane wiederum bloß die Richtungen stärkster Leistungsfähigkeit einnehmen, und dasselbe gilt auch von den Wandungen der Blutgefäße, welche bloß Abgüsse der natürlichen Gestalt des Blutstrahls selber darstellen, und so mit einem Minimum von Wandungsmaterial und unter der geringsten möglichen Reibung das Blut zu leiten und zu verteilen vermögen. Ferner beweist der Umstand, dass die erwähnte elastische Struktur der Knochen auch nach Knochenbrüchen in einer den neuen statischen Verhältnissen entsprechenden Weise sich ausbildet, und dass bei der Verstärkung eines Organs in Folge stärkerer Funktion, also bei Aktivitätshypertrophie, die Vergrößerung sich bloß auf die stärker in Anspruch genommenen Dimensionen des Organs beschränkt und somit nicht einfach durch vermehrte Blutzufuhr zu erklären ist —: alle diese Vorkommnisse beweisen, dass feinste, direkt das Zweckmäßige schaffende Reactionsprinzipien im Organismus tätig sind. Man tritt dem Wesen dieses wunderbaren, an ganz neue Verhältnisse aufs Feinste und Zweckmäßigste sich anpassenden Eigenschaften nicht näher dadurch, dass man sagt, sie seien durch die Auslese im Kampfe gezüchtet worden; man kann die Möglichkeit der Züchtung solcher

an sich unverständlicher Principien, welche wir kurz als die Fähigkeit zur funktionellen Anpassung zusammenfassen wollen, nicht beweisen und Niemanden widerlegen, der behauptet, sie seien im Gegenteil teleologischen Ursprungs.

Indem Ch. Darwin und A. Wallace die Entstehung zweckmäßiger Einrichtungen in den Organismen auf die Aussonderung des Unzweckmäßigen durch den Kampf um's Dasein unter den Individuen bezogen, schienen sie die Möglichkeiten, nach denen Zweckmäßiges in den Organismen hervorgebracht werden kann, erschöpft zu haben; denn es ist selbstverständlich, ja eigentlich bloß eine Tautologie, dass alles, was dem Ganzen nützen und dadurch erhalten werden soll, sich in dem Kampfe, welchen das Ganze fortwährend zu führen hat, bewähren muss, und dass umgekehrt alles, was in diesem Kampfe nicht nützt aber doch Nahrung beansprucht, entfernt werden muss. Indem aber alle Teile nur in Bezug auf das Ganze zu leben und erhalten zu werden vermögen, schienen in der That mit dem Kampfe des Ganzen alle bei der Entstehung des Zweckmäßigen in Betracht kommenden Momente erschöpft zu sein.

Dies ist aber nicht ganz der Fall; denn das Individuum hat sich nicht nur in den äußern Existenzbedingungen zu bewähren, sondern muss sich zunächst in sich selbst erhalten. Dies ist so selbstverständlich, dass jedes Wort darüber vollkommen überflüssig zu sein scheint; denn wenn das Ganze sich nicht in sich selbst zu erhalten vermöchte, so würde es nebst seinen widerstreitenden Teilen sofort zu Grunde gehen, und damit würden die ihm eigenen nachteiligen Qualitäten dauernd aus der Reihe des Lebenden entfernt werden.

Die evidente Selbstverständlichkeit dieser Bedingung ist wol der Grund davon, dass man es unterlassen hat, nachzusehen, was sie eigentlich alles einschließt oder richtiger was sie ausschließt; und das ist es, was wir hier nachholen wollen. Wir werden dabei sehen, dass vieles Beste, was das Individuum besitzt, bereits Vorbedingung der Individuenbildung war, und dass auch auf höherer und höchster Stufe der Organisation Vieles ohne den Kampf der Individuen und in einer höheren Vollkommenheit ausgebildet werden musste, als es diesem Kampfe überhaupt möglich gewesen wäre.

Da das Leben des Individuums nur die Resultante des Lebens seiner Teile ist und diese die eigentlichen Träger des Lebensprocesses darstellen, so ist es nötig, dass zunächst die Teile, jeder an sich, erhaltungsfähig sind, und zweitens, dass sie sich unter einander vertragen, wenn sie überhaupt zu einem in der Außenwelt sich bewährenden Ganzen zusammenzuwirken vermögen sollen. Die Wechselwirkung der Teile aber, welche sich leicht zu einem wirklichen Kampfe steigert, wird wenn möglich, eine noch größere sein, als der Kampf unter Individuen desselben Territoriums, da die Teile des Organismus in viel engerer räumlicher und stofflicher Verbindung unter

einander stehen als diese; und zwar wird die Wechselwirkung um so intensiver sein, je größer und complicirter der betreffende Organismus ist. Dagegen musste auf der niedersten Stufe des Lebens, beim einfachen Plasson, wo der Teil an Beschaffenheit gleich dem Ganzen ist, und also noch gar keine Individualität besteht, der Kampf der Individuen identisch mit dem Kampf der Teile sein.

Ein Kampf der Teile im Organismus ist als zerstörendes Princip längst von den Krankheiten her bekannt, ja es ist vielleicht das älteste biologische Princip überhaupt, von welchem dann erst rückwärts auf die Harmonie als wesentliche Eigenschaft des normalen Lebens geschlossen worden ist. Ebenso ist er als gestaltendes Princip seit Jahrhunderten von den Anatomen erkannt und verwendet worden; denn dieselben erwähnen, dass manche Organe ihre normale Gestalt nur unter Wachstumsbeschränkungen durch Nachbarorgane erlangen. Aber als züchtendes Princip im Organismus ist er neu, und als solcher soll er hier dem Leser flüchtig skizzirt werden¹⁾.

Wenn wir nun die Art und die Folgen dieses Kampfes schildern, so geschehe dies gleich an einem höhern Organismus. Man muss sich indess erinnern, dass Vieles, was hierbei entwickelt werden wird, in ähnlicher Weise bereits auf den niedersten Stufen der Individualitätenbildung stattgefunden haben muss.

Alles Leben ist ein Process, ein Vorgang, welcher in den niedersten Lebensseinheiten, in den Zellteilen und so innerhalb der Zellen unter Stoffverbrauch sich vollzieht; und wenn Variationen vorkommen, so betreffen sie zunächst diese Teile. Von dem, was unter den höhern Einheiten, den Geweben und den Organen vor sich geht, und durch ihre Wechselwirkung zu Stande kommt, sei hier gleichfalls abgesehen.

Der Stoffverbrauch schließt zur Erhaltung der Organismen ein das Bedürfniss des Ersatzes, d. h. die Aufnahme von Nahrung und ihre Assimilation. Aufnahme und Assimilation bilden das Wesen der fortwährend stattfindenden Regeneration.

Sind nun, was bei der Variabilität alles Geschehens jeder Zeit in höherem oder geringerem Grade vorkommen wird, zwei Nachbarteile gleicher Funktion, etwa zwei Protoplasmateilehen derselben Zelle oder zwei Zellen desselben Gewebes, ungleich in der Weise, dass das Eine rascher Nahrung aufzunehmen und zu assimiliren vermag als das Andere, und geschieht dies in der Periode des Wachstums des Individuums, so wird in der gleichen Zeit dieser Teil größer werden, mehr Nachkommen produciren, als der andere. Es wird also seiner Nachkommenschaft ein größerer Anteil an dem Aufbau des Organismus

1) Das Genauere und besonders das Beweismaterial siehe in: Der Kampf der Teile im Organismus. Ein Beitrag zur Vervollständigung der mechanischen Zweckmäßigkeitslehre von Dr. W. Roux. Leipzig, 1881. Wilhelm Engelmann, VI, 244 S.

zukommen als dem ihm ursprünglich gleich großen anderen. Das Gleiche wird auch stattfinden nach dem Ausgewachsensein bei der physiologischen Regeneration für abgestorbene Zellen; die rascher sich ernährenden Zellen werden unter übrigens gleichen Verhältnissen einen entsprechend größern Anteil am Ersatz der abgestorbenen erlangen als die langsamer sich ernährenden. Ist dabei diese oder eine sonstige Eigenschaft der ersteren Teile zugleich dem ganzen Individuum in seinem Kampfe mit der Außenwelt günstig, so wird der Vorteil derselben durch die größere Ausbreitung gleich ein Ausschlag gebender, und die Eigenschaft ursprünglich bloß einer oder weniger Zellen erlangt die Bedeutung einer Bevorzugung des ganzen Individuums, wie andern Falls der Nachteil ein größerer und die ungünstige Variation rascher aus der Reihe des Lebenden eliminirender wird.

Ist dabei wie in größern Organismen gegen Ende der Wachstumsperiode und nach dem Ausgewachsensein auch der Raum beschränkt durch den Druck an den Nachbarzellen, welche alle erst auseinander gedehnt werden müssten, wenn eine Zelle sich größer entfalten will, so wird die ungünstigere Qualität den Nachteil geringerer Regenerationsgeschwindigkeit auch nicht durch längere Dauer der Regeneration in den physiologischen Ruhepausen wieder auszugleichen vermögen, denn der ihr zukommende Raum zwischen den Nachbarzellen ist bereits von der günstiger beschaffenen Substanz zu einem Teile eingenommen worden. Indem sich dies Zurückbleiben fortwährend bei der Regeneration wiederholt, wird ihr Territorium immer mehr verkleinert und schließlich wird die Zelle schwinden. So wird bei Mangel an Raum ein direkter Kampf entstehen, welcher mit der Zeit zur Entfernung des schwächern Teils führt.

Ist dagegen die Nahrungsmenge eine beschränkte, so wird kein Kampf um den Raum stattfinden können; es wird aber innerhalb einer Zelle, welche aus zwei unter einander vermischten, aber ungleich rasch sich regenerierenden Substanzen besteht, Zweierlei stattfinden. Einmal eine direkte Vorwegnahme der Nahrung seitens des Kräftigern, innerhalb derjenigen Strecken, in welchen die Gebiete der direkten molekularen Nahrungsanziehung zweier Nachbartheile in einander übergreifen; dieses gemeinsame Gebiet wird noch beträchtlich vergrößert durch die Ausdehnung des Diffusionsstroms, welcher nach einer Stelle stärkerer Absorption behufs Ausgleichs entsteht. Aber auch abgesehen von dieser direkten, aktiven Beeinträchtigung des Schwächern, welche bei Vermischung beider Substanzen eintreten wird, muss auch ohne solche Vermischung bei Nahrungsmangel die schwächere und daher langsamer assimilierende Substanz mehr leiden als die kräftigere, so dass sie bei längerer Dauer des Mangels unter stetigem Zurückbleiben in der Regeneration schwindet und der kräftigern Nahrung und Raum allein überlässt; infolge dessen werden schließlich bloß solche Zellbestandteile und Zellen übrig bleiben, welche am wenigsten

sich zersetzen und mit dem Minimum von Nahrung den Verbrauch zu ersetzen vermögen.

Verbraucht sich in einem Gewebe eine Qualität rascher als die andere bei gleicher Fähigkeit sich zu regenerieren, so muss gleichfalls die erstere auf dem soeben dargelegten Wege vernichtet werden.

Sind aber die Produkte des Stoffwechsels, deren Anhäufung als dem Organismus fremd gewordener Teile stets nachteilig wirkt, in einer Zelle derartig, dass sie weniger leicht durch Diffusion u. s. w. aus der Zelle entfernt werden können, als die entsprechenden Produkte in den Nachbarzellen, so muss die Zelle durch die Anhäufung derselben eine Benachteiligung in ihrer Lebensenergie erfahren, welche zu ihrem Unterliegen in dem geschilderten Kampfe führen muss.

Hat eine Zelle oder ein Teil ihres Inhalts zufällig mehr oder weniger die Eigenschaft bei größerem Verbrauch, also auch größerem Bedarf, zu lebhafterer, d. h. kräftigerer und rascherer Nahrungsaufnahme und Assimilation befähigt zu werden, so wird diese Zelle oder dieser Zellbestandteil sich leichter erhalten, als ein anderer, bei welchem die Assimilation unabhängig vom Verbräuche stetig in der gleichen Intensität fortläuft. Es werden also Protoplasmaqualitäten mit einer dem Verbräuche entsprechenden Selbstregulation in der Regeneration über die nicht mit dieser Regulation ausgestatteten den Sieg davontragen.

Es bleiben demnach in dem Kampfe der Teile um Nahrung und Raum bloß bestimmte Eigenschaften der Zellen übrig, welche für die letzteren selber und zugleich auch, wie sich aus ihrem Charakter ergibt, dem ganzen Individuum in seinem Kampfe um Nahrung und Raum Nutzen zu gewähren vermögen. Letzterer Kampf wird indessen aus den so gezüchteten, im allgemeinen dynamischen Sinne erhaltungsfähigsten Substanzen wiederum bloß solche auslesen und züchten, welche auch seinem Specialcharakter am vollkommensten entsprechen.

Ändern sich die Umstände, etwa die Nahrung des Individuums, so werden bei der andern Kost andern Zusammensetzungen des Protoplasma die erörterten siegreichen Eigenschaften zukommen, und bei gehöriger Dauer der Nahrungsänderung werden ihr entsprechend innere Umzüchtungen stattfinden.

Haben einige Zellen oder Zellteile die vorhin bereits präsumierte Fähigkeit der Ueberecompensation in der Regeneration, also des Wachstums vor anderen ihrer Nachbarschaft voraus, und ist mit derselben zugleich eine etwas größere Widerstandsfähigkeit gegen Druck verbunden, so werden sie die letzteren nicht bloß durch Vorwegnahme des Platzes bei der Regeneration benachteiligen, sondern sie unter stärkerem Wachstum aktiv durch Druck zum Schwunde bringen. Ebenso müssen unter Zellen, welchen alle die erwähnten günstigen Eigenschaften eigen sind, diejenigen siegen und schließlich allein übrig bleiben, welche dieselben in höherem Grade besitzen.

Die Beweise des Vorhandenseins der in dem Vorstehenden stets als Vorbedingung vorausgesetzten beiden Eigenschaften der Zellen, durch Druck am Wachstum gehemmt zu werden, sowie in der Aufnahme und Assimilation von Nahrung nicht bloß von der Zufuhr, sondern auch von dem eigenen physikalisch-chemischen Zustande abhängig zu sein, und dann die Beweise für die Fähigkeit derselben, um Raum und Nahrung kämpfen zu können und zu müssen, sind in der citirten Specialarbeit beigebracht und daselbst nachzulesen.

In diesem Kampfe der Teile züchten sich noch verschiedene auch dem Ganzen in seinem gleichen Kampfe nützliche Eigenschaften auf einem näheren Wege, ganz ebenso wie das Gleiche durch die Concurrency der Berufsgenossen jedes Standes in einem Staat, selbst im Kriegerstande, während des Friedens fortwährend geschieht auch ohne das Morden und Schlachten im Großen, ohne den Völkerkrieg.

Wir sehen indess hier von einer vollständigen Vorführung aller dieser Qualitäten ab und erwähnen bloß noch eine, welcher eine ganz besondere physiologische und morphologische Bedeutung zukommt insofern als sie es ist, welche die ganzen, oben angedeuteten, wunderbaren Fähigkeiten der direkten Selbstgestaltung des Zweckmäßigen in neuen Verhältnissen bedingt, welche die funktionelle Anpassung auf mechanische Weise hervorbringt.

Viele Zellen werden oft von Reizen, von den funktionellen Reizen getroffen, so Nerven-, Muskel- und Drüsenzellen von den betreffenden Impulsen; Knochen- und Bindegewebe von Zug und Druck. Die Zufuhr solcher lebendiger Kräfte kann nicht ganz ohne Folgen für das Leben der afficirten Teile sein, denn wenn eine Kraft auf irgend etwas übertragen wird, so veranlasst sie darin eine Aenderung seines bisherigen Zustandes.

Es ist nun möglich, dass diese Beeinflussung für die Regeneration mancher Teile einer Zelle oder mancher Zelle eines Gewebes nachtheilig ist, dann müssen sie im Kampfe der Teile, wie ausgeführt, unterliegen und verschwinden. Treten dagegen Variationen auf, für deren Regeneration diese Reize, trotz des der Reizung folgenden erhöhten Verbrauchs, förderlich sind, so werden sie diejenigen Variationen, für welche der Reiz in dieser Beziehung indifferent bleibt, verdrängen. Wenn also einmal Substanzen, die durch den funktionellen Reiz trophisch, d. h. zur Ernährung angeregt wurden, aufgetreten waren, so mussten sie die Alleinherrschaft in dem betreffenden Gewebsgebiete erlangen. In höherm Grade durch den Reiz trophisch erregte Substanzen mussten wiederum über nur geringer in dieser Beziehung veränderliche den Sieg davontragen. Ging schließlich die Reizwirkung bis zur Uebercompensation des Verbrauchten, so gehörte diesen Qualitäten die Herrschaft. Andererseits ist verständlich, dass Teile, welche durch gewohnte Reize so hochgradig günstig beeinflusst werden, beim Ausbleiben derselben eine nachtheilige Veränderung erfahren müssen, sich

weniger gut, eventuell gar nicht genügend zu regeneriren vermögen. Schließlich ist noch zu erwähnen, dass der Kampf der Individuen aus den so züchtbaren Qualitäten natürlich bloß die wenigen erhalten wird, welche zugleich auch in ihm sich zu bewähren vermochten.

Untersuchen wir nun das Verhalten der im letzten Sinne beeinflussten Substanzen etwas genauer und denken uns, um gleich ein Beispiel zu nehmen, einen Knochen von beliebiger äußerer Gestalt und einer aus unregelmäßigem Maschenwerk gebildeten Struktur. Dieser Knochen werde von einer bestimmten Fläche aus gedrückt und pflanze diesen Druck mit einer gleichfalls gegebenen Fläche auf einen andern harten Teil fort, etwa so wie das Schienbein den Druck vom Oberschenkel auf den Fuß überträgt; dabei sei der gegebene Knochen aus einem Gewebe, dessen Bildungszellen die obigen Eigenschaften besäßen, d. h. durch sie treffenden Druck oder Zug zur Ernährung und Knochenbildung angeregt werden, bei Druck- oder Zugmangel gewissen Grades aber keinen Knochen zu bilden vermöchten.

Wird nun dieser Knochen gebraucht, so werden die zufällig in der Richtung des Drucks gelegenen Knochenbälkchen stärker gedrückt, also auch stärker ausgebildet. Das Gleiche gilt von den nur wenig von dieser Richtung abweichenden Balken; die ihnen aufliegenden Knochenbildungszellen werden an den stärker gebrauchten Stellen stärker erregt, daher durch vermehrte Tätigkeit das Bälkchen verdicken und ihm durch Auflagerung an den betreffenden Stellen allmählich die Richtung stärksten Drucks geben. In dem Maße aber, als die in der Hauptdruckrichtung gelegenen Teile stärker ausgebildet werden, müssen sie die anderen entlasten, so dass dieselben nach ihrem physiologischen Schwunde nicht wieder von neuem gebildet werden können. So bleiben schließlich bloß die Richtungen stärksten Drucks übrig. Diese sind nach den Gesetzen der Elasticität zwei, von denen die eine immer stärker ausgebildet und in der Richtung der direkten Einwirkung des Drucks gelegen ist, während die andere darauf senkrecht steht. So findet es sich auch in den Knochen des Menschen.

Indem ferner bei Biegungsbestrebungen, wie sie an langen Knochen vorkommen, die äußern Teile des Knochens stärker gespannt werden als die innern, wird in diesen äußern Teilen durch den stärkeren Reiz das Maschenwerk der Balken immer stärker und dichter sich ausbilden, und sobald dies in genügendem Maße geschehen ist, um die innern Teile zu entlasten, so werden diese nicht wieder regenerirt werden können und daher schwinden müssen. So entsteht dann eine, wiederum auch bei unseren länglichen Knochen sich findende, von dichter Knochensubstanz umgebene Markhöhle; und bei diesem Baue sowie bei der obigen Struktur an den Enden leistet nach Theorie und Praxis eine Stütze das Höchste mit dem wenigsten Stützmaterial.

Bei gegebener Druckaufnahme- und Abgabefläche wird, wie am einfachsten an im Verhältniss zu ihrer Dicke kurzen Knochen sich dartun lässt, der Druck sich bloß innerhalb gewisser Breite von der einen Fläche zur andern fortpflanzen. Ist der Knochen aber von Haus aus breiter, dicker oder mit seitlichen Vorsprüngen und Kanten versehen, so werden diese sowie alles andere von der Druckübertragung nach außen gelegene Knochenmaterial entlastet, also schwinden, sobald erst innerhalb der Druckübertragung das Gerüst genügend gestützt ist. Eine Aenderung erfährt dies, wenn etwa seitlich Muskeln sich ansetzen, und ihre Kraft von da aus auf den Knochen übertragen; dann bleiben die betreffenden Höcker erhalten und es bildet sich von ihnen aus im Innern ein neues zur Uebertragung dieses Zuges geeignetes Fasersystem, wie dies gleichfalls auch an unseren Knochen deutlichst ausgeprägt zu sehen ist.

Der Knochen erlangt also bei der vorausgesetzten Qualität seiner Bildungszellen die aufs genaueste seiner Funktion angepasste äußere und innere Gestalt, ganz abgesehen davon, welche Gestalt und Struktur er zur Zeit der Uebernahme dieser bestimmten Funktion besaß. Aendert sich die Funktion der Teile des Knochens etwas, wie z. B. nach einem schief geheilten Knochenbruch, so wird sich mit der Zeit auch eine den neuen Verhältnissen entsprechende Struktur ausbilden.

Gebraucht ein Individuum seine Knochen mehr, so werden sie innerlich und äußerlich dicker werden, gebraucht es sie weniger, so wird durch die stärkere trophische Wirkung des stärkern Reizes nach dem physiologischen Schwund, und vielleicht auch unter Beschleunigung desselben, die Regeneration geringer ausfallen und der Knochen in allen seinen Bälkchen dünner werden: das heißt also, jedes überflüssige, nicht im Dienste des Ganzen, von welchem die Netze ausgehen, nötige Material wird erspart.

Was hier für die Knochen gezeigt wurde, gilt, die gleiche Abhängigkeit der betreffenden Gewebe von ihren funktionellen Reizen vorausgesetzt, auch für die Bildungen des Binde-, Nerven-, Muskel- und Drüsengewebes, sie werden alle die ihren Funktionsbedingungen entsprechendste zweckmäßigste Gestalt und Struktur erlangen. Und da Maß und Lokalisation der funktionellen Reize von dem Willenscentrum aus, also von dem zwecktätigen Repräsentanten der Individualität bestimmt wird, so kommen mit dieser Eigenschaft die Teile in die vollkommenste und zweckmäßigste Abhängigkeit von dem Ganzen, indem sie ganz nach dem Gebrauche, welchen dasselbe von ihnen macht, zweckentsprechend ausgebildet, umgebildet oder verkleinert werden.

Da aber der Organismus, wie oben angedeutet, in fast allen seinen Teilen diese Fähigkeiten, die wir als die Fähigkeit zur funktionellen Anpassung zusammenfassten, besitzt, so lässt sich auf Grund dieser in den mannigfachsten Einzelheiten sich bekundenden Identität

der Leistungen und noch aus andern pathologischen Gründen, auch auf eine Identität der Eigenschaften schließen. Es ist daher anzunehmen, dass den Geweben des höhern Organismus in der Tat diese Eigenschaft, durch den funktionellen Reiz bis zur Ueberecompensation des unter seiner Einwirkung Verbrauchten angeregt zu werden und beim Ausbleiben dieses Reizes zu schwinden, zukommt; und diese Annahme wird noch verstärkt durch den vorher gelieferten Nachweis, dass derartige Qualitäten, wenn sie einmal in Spuren in einem Gewebe aufgetreten waren, allmählich die Alleinexistenz in demselben gewinnen mussten.

Genauer betrachtet möchten wir freilich diese Wirkung nicht dem funktionellen Reize an sich, sondern dem durch ihn ausgelösten funktionellen Vorgang zuschreiben; doch würde die weitere Begründung dieser Ansicht hier zu weit führen; übrigens hat sie auch bloß für die Arbeitsorgane Bedeutung, da bei den Stützorganen, den Knochen und Bändern etc., funktionelle Reizung und Funktion untrennbar mit einander verbunden sind.

Diese Eine Eigenschaft erklärt also die Möglichkeit der Entstehung bisher unerklärbarer Zweckmäßigkeiten auf rein mechanische Weise, und sie tut dies auf einem näheren und zu höherer Vollkommenheit führenden Wege als auf dem des Kampfes der Individuen. Dabei verspricht diese Eigenschaft, da sie fortwährend das organische Bilden, das eigentliche Geschehen als eine der Componenten beeinflusst und dasselbe an die uns schon jetzt mehr oder weniger bekannten Vorgänge der Reizung anknüpft, auch der Physiologie, als der Lehre von diesem Geschehen, besonders aber der Morphologie, als der Lehre vom Bilden im Speziellen dereinst eine bessere Hilfe zu gewähren, als dies die bisherige, bloß auf den Kampf um die äußeren Existenzbedingungen gegründete Descendenzlehre vermag.

P. Grützner, Zur Physiologie der Harnsecretion.

Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. XXIV., S. 441 — 466, mit 1 Tafel.

C. Ludwig stellte eine rein physikalische Theorie der Harnabsonderung auf, nach welcher durch die Wand der Malpighi'schen Gefäßknäuel und das Kapselepithel hindurch der Harn mit allen seinen Bestandteilen aus dem Blute durch Filtration in den Kapselraum abgeschieden und das ursprünglich sehr wasserreiche Excret in den Harnkanälen durch Diffusion gegen die dieselben umspülende Lymphe allmählich concentrirt wird. Dagegen verlegte die Bowman'sche Theorie in die Gefäßknäuel nur die Ausscheidung des Wassers und allenfalls der Salze, während sie die Absonderung der übrigen Harnbestandteile einer specifischen Tätigkeit der Epithelien in den (ge-

daunungsprozess darin bestehen dürfte, das Trypsin vor der Zerstörung durch den Magensaft zu schützen. Ist das Pepsin im Endabschnitte des Dünndarms wieder in Freiheit gelangt, so vermag es keinen Schaden mehr anzustiften, denn Pepsin in alkalischer Lösung ist völlig unwirksam.

Hinsichtlich der im Darmkanal vorhandenen Verdauungsprodukte wurde ermittelt, dass auch hier das Pepton stets am reichlichsten vertreten ist. Neben diesem wurden stets nicht unerhebliche Mengen von gelöstem aber noch nicht peptonisirten Eiweiß vorgefunden. Der Darm enthielt dabei stets eine weit geringere Menge von Verdauungsprodukten als der Magen (im günstigsten Falle gestaltete sich das Verhältniss etwa wie 1:3) und ich fand niemals ein nennenswertes Quantum verdaubaren Futters in ihm vor. Krystallinische Zersetzungsprodukte beherbergte der Darm in so spärlicher Menge, dass die Annahme gerechtfertigt scheint, dass unter physiologischen Verhältnissen von der Umwandlung und Resorption einer irgend nennenswerten Eiweißquote in dieser Gestalt nicht die Rede sein kann.

Die Versuche gestatteten auch, die Zeit zu bestimmen, in welcher unverdaute Fleischstücke nach außen gelangen und es wurde in einem Falle ermittelt, dass ein Teil des Futters bereits in 9 Stunden den ganzen Verdauungsapparat des Hundes passirt hatte.

Erklärung.

Wir sehen uns veranlasst einen Irrtum zu berichtigen, der von uns durch ein Versehen gemacht worden ist. Es war nämlich unter unserer Mitteilung im „*Biolog. Centralbl.*“ Nr. 7 das Pflanzenphysiologische Institut zu München als der Ort der Untersuchung angegeben, was lediglich ein Versehen war. Die ganze Untersuchung war unsre Privatarbeit; auch die mikroskopischen Arbeiten wurden weder im pflanzenphysiologischen Institut noch ohne Kenntniss des Vorstands desselben gemacht, und sind wir allein für den Gesamtinhalt jener Arbeit verantwortlich.

O. Loew. Th. Bokorny.

Berichtigungen.

- S. 240 Zeile 23 von oben lies: 0,2 statt 0,1.
 S. 243 Zeile 13 von unten lies: statische statt elastische.
 S. 250 Zeile 24 von oben lies: schwächere resp. schwächern statt stärkere resp. stärkern.
 S. 250 Zeile 17 von unten lies: Reize statt Netze.

Einsendungen für das „*Biologische Centralblatt*“ bittet man an die „*Redaction, Erlangen, physiologisches Institut*“ zu richten.

Die Herren Mitarbeiter, welche Sonderabzüge zu erhalten wünschen, werden gebeten, die Zahl derselben auf den Manuskripten anzugeben.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1881-1882

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Roux Wilhelm

Artikel/Article: [Der Kampf der Teile im Organismus 241-251](#)