universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Allgemeine Physiologie der Muskeln und Nerven

Rosenthal, Isidor

Leipzig, 1899

Erstes Kapitel

urn:nbn:at:at-ubi:2-6463

ERSTES KAPITEL.

1. Einleitung: Bewegung und Empfindung charakteristisch für das Thier; 2. Bewegung bei Pflanzen; 3. Molekularbewegung; 4. Einfachheit der niedersten Organismen; 5. Protoplasmabewegung und amöboide Bewegung; 6. Elementarorganismen und allmähliche Differenzirung der Gewebe; 7. Flimmerbewegung.

1. Dem Forscher, welcher sich die Erkenntniss der Lebenserscheinungen als Gegenstand seiner Studien gewählt hat, tritt wol keine anziehendere, aber auch keine schwierigere Aufgabe entgegen als die Erforschung der Bewegung und Empfindung. Durch sie vorzugsweise unterscheiden sich lebende Wesen von unbelebten. Zwar beobachten wir auch an todten Wesen Bewegung, ja alle Naturerscheinungen beruhen nach der heutigen Vorstellung auf Bewegungen, sei es ganzer Massen, sei es der kleinsten Theilchen einer Masse, oder des sogenannten Aethers. Aber die Bewegungen der Thiere sind doch von anderer Art. Das Zucken eines Polypen infolge einer Berührung, die willkürliche Bewegung unserer Glieder treten unter ganz andern Umständen auf wie das Fallen eines Steins oder die Anziehung und Abstossung zwischen magnetischen oder elektrischen Massen. Und vollends die Empfindungen, von welchen wir an uns selbst durch das Bewusstsein Kenntniss erhalten, von deren Dasein bei andern Menschen wir aus ihren Mittheilungen etwas erfahren oder auf welche wir bei Menschen und

Thieren aus ihrem Gebaren schliessen, scheinen gar keine Analogie in der unbelebten Natur zu haben. Ob sie auch den Pflanzen zukommen, muss mindestens als zweifelhaft bezeichnet werden. Nur so viel steht fest, dass diejenigen Organe, welche bei den Thieren die Bewegung und Empfindung vermitteln, die Muskeln und Nerven, bei Pflanzen nicht nachgewiesen sind. Was von diesen Organen und ihren Eigenschaften durch die physiologische Untersuchung ermittelt worden ist, soll Gegenstand der folgenden Auseinandersetzungen sein.

2. Zwei Eigenschaften sind es besonders, welche bei Untersuchung lebender Materie am meisten auffallen, die wir als Grundeigenschaften derselben bezeichnen können: Contractilität und Reizbarkeit. In den Muskeln und Nerven, von denen dieses Buch handelt, sind diese Eigenschaften bis zum höchsten Grade entwickelt; in geringerm Grade aber kommen sie aller lebenden Materie zu. Es wird daher zum bessern Verständniss derjenigen Erscheinungen, welche durch die Muskeln und Nerven bei Thieren hervorgerufen werden, nützlich sein, vorher einen kurzen Blick auf die andern Erscheinungen der Contractilität und Reizbarkeit zu werfen, um das allen Gemeinsame sowol wie auch die Unterschiede kennen zu lernen, welche zwischen diesen und dem eigentlichen Gegenstand unserer Untersuchung bestehen.

Sehr auffallende Bewegungen infolge von äussern Einwirkungen (Reizen) beobachtet man bei manchen Pflanzen aus der Familie der Mimosaceen, z. B. der Sinnpflanze *(Mimosa pudica)* sowie bei der später noch näher zu besprechenden Venusfliegenfalle *(Dionaea muscipola)*. Weniger auffallende kommen vielfach auch sonst bei Pflanzen vor. Vom Stamm der Sinnpflanze und von ihren Aesten gehen Blattstiele aus, deren jeder vier Blattstiele zweiter Ordnung tragen; an diesen sitzen die unpaarigen Blättchen. Erschüttert man die Pflanze, so knicken die Blattstiele plötzlich ein und senken sich, während die Fiederblättchen sich mit den obern Flächen aneinander-

legen, wie die beiden Hälften eines zusammengefalteten Papierblatts. Man kann diese Bewegung auch an einem einzelnen Stiel hervorrufen, am leichtesten, wenn man ihn an der Unterfläche seiner Verbindungsstelle mit dem Ast berührt oder sanft reibt. An dieser Stelle sitzt der Blattstiel mit einer kolbenförmigen Verdickung, dem Gelenkwulst, an dem Ast auf; ähnliche Gelenkwülste befinden sich an den Ursprüngen der Blattstiele zweiter Ordnung und an den Stielen der Fiederblättchen. Durchschneidet man den Gelenkwulst, so findet man in der Mitte ein Gefässbündel und um dasselbe eine Lage sehr saftreicher Zellen, welche an der obern Seite mehr dickwandig, an der untern Seite sehr dünnwandig sind. Zwischen den Zellen finden sich mit Luft erfüllte Hohlräume. Man hat nachgewiesen, dass die Bewegung oder das Einknicken dadurch zu Stande kommt, dass ein Theil der Flüssigkeit aus den Zellen in die Zwischenräume austritt; das Zellgewebe wird infolge dessen schlaffer und vermag den Stiel nicht mehr zu tragen.

Eine solche Bewegung ist von der eigentlichen thierischen Bewegung deswegen sehr verschieden, weil bei dieser, wie wir später sehen werden, eine Zugwirkung auftritt, welche der Schwere entgegen Lasten zu heben vermag. Eben diese Eigenschaft ist es, die wir vorläufig mit dem Namen Contractilität belegt haben. Sie fehlt also hier, da bei der beschriebenen Bewegung der Mimose die Schwere den Blattstiel nach abwärts führt, wenn die untere Seite des Gelenkwulstes schlaff wird. Dagegen dürfen wir allerdings die beschriebene Erscheinung als einen Fall der andern schon erwähnten Eigenschaft, der Reizbarkeit, bezeichnen.

3. Viele Bewegungen, welche durch Contractilität lebendiger Materie zu Stande kommen, können nur mit Hülfe des Mikroskops wahrgenommen werden. Man darf sich jedoch, wenn man solche Erscheinungen untersuchen will, nicht von der sogenannten Molekularbewegung oder Brown'schen Bewegung täuschen lassen, auf

welche der berühmte englische Botaniker Brown zuerst aufmerksam gemacht hat. Wenn man pflanzliche oder thierische Theile bei einigermaassen starker Vergrösserung betrachtet, sieht man häufig kleine Körnchen oder dergleichen in einer eigenthümlichen zitternden Bewegung begriffen. Dass es sich dabei nicht um eine Lebenserscheinung handelt, geht schon daraus hervor, dass auch ganz leblose Körperchen, z. B. die Kohlentheilchen fein abgeriebener chinesischer Tusche, dieselbe Erscheinung zeigen. In der That sind es Strömungen in der Flüssigkeit, durch welche die leichten in ihr schwimmenden Theilchen fortgerissen werden. Solche Strömungen entstehen leicht in jeder Flüssigkeit theils durch Ungleichheiten der Erwärmung, theils durch die Verdunstung an den Rändern des Deckglases, theils endlich durch die unvermeidlichen Erschütterungen des Mikroskops. So schwach diese Strömungen auch sein mögen, die von ihnen bewirkten Verschiebungen erscheinen bei der starken Vergrösserung erheblich und sind zuweilen schwer von Bewegungen zu unterscheiden, welche wirklich von der Lebensthätigkeit der Theile bedingt sind. Sehr häufig sieht man diese Molekularbewegung auch im Innern lebender Theile, wenn in grössern oder kleinern Hohlräumen derselben (sogenannten Vakuolen) kleine Körnchen in einer dünnern, weniger zähen Flüssigkeit schwimmen.

4. Bringt man einen Tropfen Wasser aus einem Weiher oder Tümpel, wie er nach dem Regen sich gebildet hat, unter das Mikroskop, so bemerkt man darin meistens eine Anzahl lebender Wesen, die zum Theil mit grosser Geschwindigkeit hin- und herschiessen. Daneben fallen wol auch kleine längliche oder stäbchenförmige Körperchen auf, die sich mit zitternder Bewegung schneller oder langsamer bewegen. Bei diesen ist es zuweilen schwer zu unterscheiden, ob man es mit selbständiger oder mit Molekularbewegung zu thun habe. Man muss dann darauf achten, ob zwei nahe zusammenliegende Körperchen sich immer in gleicher Richtung bewegen oder

ob die Richtungen verschieden sind. Im letztern Falle ist es unwahrscheinlich, dass sie nur von Strömungen fortgerissen werden. So erkennen wir, dass es kleine Lebewesen gibt, welche mit der Fähigkeit selbständiger Bewegung begabt sind. Diese Wesen zeigen nicht wie die grössern Thiere und Pflanzen einen zusammengesetzten Bau, an dem einzelne Glieder, Organe und dergleichen unterschieden werden können. Sie sind scheinbar sehr einfach, bestehen sozusagen nur aus einer sehr kleinen Masse lebender Substanz, dem sogenannten Protoplasma. Dass sie wirklich leben, schliessen wir eben daraus, dass sie sich selbständig, d. h. ohne Einwirkung einer von aussen auf sie einwirkenden Ursache, bewegen. Längere Beobachtung zeigt auch, dass sie wachsen und sich vermehren. Sie können auch getödtet werden, z. B. durch Siedhitze, und dann hört ihre selbständige Bewegung auf.

Unter den verschiedenen Lebewesen, welche möglicherweise das Mikroskop in unserm Wassertropfen erkennen lässt, wollen wir eins etwas genauer betrachten. Es stellt sich als ein Klümpchen einer feinkörnigen Masse dar; die äussere Umrandung erscheint klar, frei von Körnchen, und scheint eine etwas festere Beschaffenheit zu haben als das Innere, dessen Consistenz wir als „festweich" bezeichnen können.* Diese zwischen flüssigem und festem Zustande die Mitte haltende Beschaffenheit ist eine charakteristische Eigenthümlichkeit aller lebenden Materie. Sie kommt zu Stande durch die Aufnahme von Wasser in die Poren einer festen Masse, welche da-

* In der Regel sieht man ausser jenen feinen Körnchen im Innern des Klümpchens noch einen grössern, bläschenartigen Körper, welchen man den Kern nennt. Die übrige Masse, das Protoplasma, ist ein Gemenge verschiedener chemischer Substanzen, von denen die sogenannten Proteine die wichtigsten sind. Sehr häufig enthält das Protoplasma allerlei „Einschlüsse", d. h. aus der Umgebung aufgenommene andere Körper, besonders auch solche, welche als Nahrung dienen.

durch aufquillt und mit dem Wasser ein inniges Gemenge darstellt. In diesem können Verschiebungen der Molekeln in ähnlicher, wenn auch vielleicht nicht ganz so freier Weise stattfinden, wie sonst nur in vollkommenen Flüssigkeiten. Eine dünne Leimgallerte mag eine Vorstellung von dem Aggregatzustande solcher lebenden Materie geben, wenn sie auch sonst nicht die Eigenschaften hat, welche jener zukommen.

Jenes feinkörnige Klümpchen stellt den Leib eines Wesens vor, welchem wir nach seinen Lebensäusserungen die Bezeichnung „Thier“ nicht vorenthalten können. Die Zoologen nennen diese Thierchen Amoeben. Eine Amoebe bewegt sich also durch eigene Kraft, scheinbar willkürlich; sie nimmt Stoffe aus der umgebenden Flüssigkeit auf zu ihrer Ernährung, sie wächst, vermehrt sich und stirbt. Infolge der Bewegung ändert die Amoebe fortwährend ihre Form. Man sieht, wie aus der Masse einzelne Fortsätze sich hervorstrecken; diese nehmen nach und nach einen grossen Theil der körnigen Masse auf, sodass eine Verschiebung des ganzen Klümpchens eintritt, eine wahre Ortsbewegung des Thieres; oder die Fortsätze werden wieder eingezogen, an einer andern Stelle werden ebensolche vorgeschoben, sodass die Bewegungsrichtung geändert wird; mit einem Worte, das Thier kriecht mit Hülfe der Fortsätze auf der Glasplatte, auf welcher man es beobachtet, umher. Daneben sieht man in der contractilen Masse Bewegungen der Körnchen; eine genauere Beobachtung aber lehrt, dass dieselben nur passiv bewegt werden und dass es sich dabei um eine wellenartig sich fortpflanzende Bewegungserscheinung des Protoplasmas handelt.*

* Die ausserordentliche Mannichfaltigkeit der Erscheinungen, welche an Amoeben und ähnlichen einfachen Lebewesen beobachtet werden, kann hier nicht geschildert werden. Ich muss dieserhalb auf die Lehrbücher der Zoologie verweisen.

5. Ganz gleichartige Bewegungen, wie bei diesen selbständig lebenden Thieren, den Amoeben, kommen auch bei höher organisirten Wesen, Pflanzen sowol wie Thieren, vor. Alle lebenden Wesen sind im Grunde genommen aus ebensolchen Protoplasmaklümpchen zusammengesetzt, wie wir sie bei der Amoebe sehen. Aber freilich haben

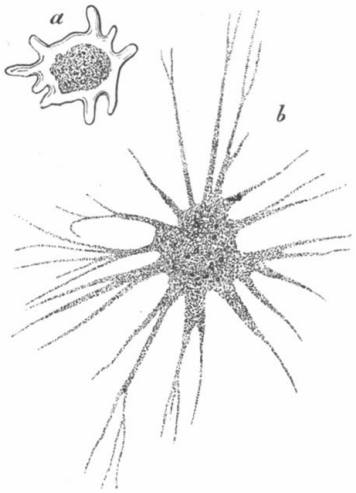


Fig. 1. Amoeben.
a. Amoeba verrucosa. *b.* Amoeba porrecta.

die meisten ihr Aussehen und damit auch ihre Eigenschaften wesentlich geändert; nur aus den Studien über die Entwickelung der Theile wissen wir, dass sie aus solchen Protoplasmaklümpchen hervorgegangen sind. Dennoch finden sich auch im ausgebildeten Organismus immer einzelne Theile, welche in allen Stücken den freilebenden Protoplasmaklümpchen der Amoeben gleichen und sich wie diese bewegen. Bringt man einen Blutstropfen unter das Mikroskop, so sieht man darin eine ungeheuere Zahl sehr kleiner, rother Körperchen, welchen das Blut

seine rothe Farbe verdankt. Zwischen diesen rothen Blutkörperchen sieht man hier und da vereinzelt farblose oder weisse Blutkörperchen, von runder oder zackiger Form, mit körnigem Protoplasma und einem Kern. Beobachtet man das Blut bei einer Temperatur von 35—40° C., so zeigen diese Blutkörperchen Bewegungen, welche denjenigen der Amoeben vollkommen gleichen und die man daher amöboide Bewegungen genannt hat.

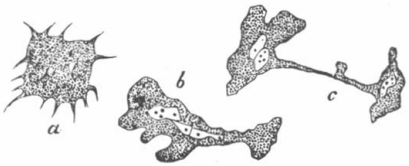


Fig. 2. Weisse Blutkörperchen vom Meerschweinchen.
a, b, c, verschiedene Formen, welche ein und dasselbe Körperchen annahm.

Sie senden Fortsätze aus und ziehen sie wieder ein, kriechen auf dem Glase umher, kurz sie verhalten sich ganz wie Amoeben; ja sie nehmen auch wie diese Stoffe aus dem umgebenden Blutwasser, z. B. Farbstoffkörnchen, welche man zugesetzt hat, in ihr Inneres auf („fressen sie") und stossen sie nach einiger Zeit wieder aus.

Auch die andere Art der oben beschriebenen Bewegung, die Protoplasmabewegung oder Körnchenströmung, wird an Theilen zusammengesetzter Organismen beobachtet. Bringt man die feinen Haare der Brennnessel unter das Mikroskop, so sieht man, dass jedes Haar aus einem geschlossenen Sack oder Schlauch besteht, an dessen Innenwand das Protoplasma in einer dünnen Lage ausgebreitet ist. Von dieser Randschicht ziehen einzelne dünnere oder dickere Stränge nach dem Innern; da, wo sie zusammentreffen, liegt ein ziemlich grosser Kern. Wir haben es hier also mit einer weitgehenden Umformung des ursprünglichen Protoplasmas zu thun; aus dem einfachen Klümpchen ist eine sogenannte Zelle mit Zellhaut geworden. Aber das Protoplasma hat noch seine

Fähigkeit bewahrt, selbständige Bewegungen zu bewirken. Wir sehen an ihm wellenförmige Bewegungen ablaufen, durch welche die Körnchen in ein scheinbares Fliessen versetzt werden, ähnlich wie dies bei manchen freilebenden einzelligen Lebewesen (Rhizopoden u. a.) geschieht. Die Bewegung geht eine Zeit lang in einer Richtung fort, dann steht sie plötzlich still, beginnt wieder in entgegengesetzter Richtung; zuweilen theilt sich ein Strom, andere vereinigen sich u. s. w. Stirbt das Protoplasma ab (was z. B. durch Steigerung der Temperatur über 60° herbeigeführt werden kann), dann hört jede Bewegung auf. Sie ist an die Lebenseigenschaften der Zelle gebunden.

6. Das freie Protoplasmaklümpchen, wie es die Amoebe zeigt, ist eine der einfachsten Formen eines Organismus. Solche Klümpchen können auch in Gruppen vorkommen und stellen dann eine Colonie von Organismen vor, deren jeder noch seine vollständige Selbständigkeit besitzt und die untereinander vollkommen gleichartig sind. In andern Fällen aber gehen die einzelnen Glieder der Colonie Veränderungen ein, und wenn diese Veränderungen in ungleicher Weise verlaufen, so entsteht daraus ein zusammengesetzter Organismus mit verschieden geformten Theilen. Jeder Theil ist ursprünglich einem vollkommen selbständigen Organismus gleichwertig; er besitzt alle Fähigkeiten, die zur Erhaltung des Lebens nothwendig sind. Die verschiedenen Functionen, welche bei den höhern Lebewesen (Thieren oder Pflanzen) auf verschiedene Organe vertheilt sind, finden sich in ihm, wenn auch nur in sehr vereinfachter Weise, beisammen. Man hat ihn daher sehr treffend als Elementarorganismus bezeichnet. Aber mit den Veränderungen der Form gehen in jenen Theilen meistens auch Aenderungen der Fähigkeiten Hand in Hand. Von den vielen Eigenschaften, welche das Protoplasma in den ursprünglichen Formen besass, gehen einzelne verloren, andere werden stärker ausgebildet. Eine Colonie gleichartiger Elementarorganismen können wir einem Gemeinwesen auf der

niedersten Stufe der Culturentwickelung vergleichen, wo jedes Glied noch alle Verrichtungen, die zum Leben nothwendig sind, nebeneinander zu besorgen hat. Einen zusammengesetzten Organismus mit verschiedenartig entwickelten und veränderten Elementarorganismen dagegen können wir einem modernen Staatswesen vergleichen, in dem die einzelnen Glieder die verschiedensten Thätigkeiten ausüben. Lebewesen solcher Art sind die höher entwickelten Pflanzen und Thiere. Sie entstehen aus einer einzelnen Zelle (dem sogenannten Ei), welche sich in einen Haufen anfänglich ganz gleichartiger Elementarorganismen oder Zellen theilt; aber diese entwickeln sich später in sehr verschiedener Weise, differenziren sich, wie der Schulausdruck lautet; so erlangen sie schliesslich verschiedenes Aussehen und verschiedene Verrichtungen. In einigen wird die Fähigkeit, Bewegungen auszuführen, welche ursprünglich allem Protoplasma zukommt, besonders entwickelt. Von diesen wollen wir eine Form, welche auch bei höhern Thieren vorkommt, noch kurz besprechen.

7. Streut man auf die Gaumenhaut eines lebenden oder eben getödteten Frosches ein leichtes Pulver, z. B. fein gepulverte Kohle, so sieht man dasselbe mit ziemlicher Geschwindigkeit in der Richtung nach dem Rachen zu fortrücken. Die mikroskopische Untersuchung lehrt, dass jene Haut mit einem dichten Belag cylindrischer Zellen besetzt ist, welche palissadenartig nebeneinanderstehen. Jede dieser Zellen ist an ihrer freien Fläche mit einer grossen Zahl feiner Haare oder Wimpern besetzt, welche fortwährend in einer bestimmten Weise in Bewegung sind. Dadurch wird die an ihrer Oberfläche haftende Flüssigkeit und mit ihr alle in ihr schwebenden Körperchen stets in der nämlichen Richtung fortgetrieben. Man bezeichnet dies als Flimmerbewegung. Flimmerzellen kommen auch in der Luftröhre des Menschen und ihren Verzweigungen vor; die Bewegung ist hier nach aussen gerichtet und dient dazu, den Schleim

bis an den Kehlkopf zu befördern, von wo er dann durch einen Hustenstoss ausgeworfen werden kann. Bei manchen niedern, festsitzenden Thieren findet sich ein Wimperkranz rund um die Mundöffnung; er erzeugt hier einen Strudel, welcher Wasser und die in jenem schwimmenden Theilchen dem Thiere zur Ernährung zuführt. Andere im Wasser lebende Thierchen sind an ihrer ganzen

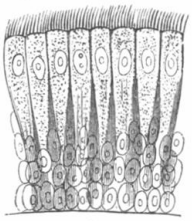


Fig. 3 a.
Wimperzellen unten spitz zulaufend und mit andern Zellen auf der Grundmembran aufsitzend.

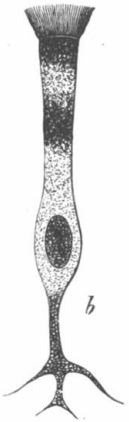


Fig. 3 b.
Eine einzelne Wimperzelle, stärker vergrössert, von etwas abweichender Gestalt.

oder an einem Theil ihrer Oberfläche mit Wimpern besetzt und wirbeln sich damit im Wasser umher. Endlich findet man auch Körper, welche statt der feinen Wimperhaare nur eine längere und stärkere Geissel oder eine bewegliche Membran besitzen, durch deren schlängelnde Bewegungen sie in der Flüssigkeit fortbewegt werden, wie ein Boot durch die „Wrickbewegung“ eines Ruders, oder wie sich der Wassersalamander durch die schlängelnde Bewegung seines Schwanzes bewegt.

An den Wimperzellen der Fig. 3 tritt uns eine Art von Differenzirung innerhalb einer einzelnen Zelle ent-

gegen. Ein Theil der Zelle, der in Wimpern gespaltene freie Saum, hat die Fähigkeit der Bewegung in höherm Grade entwickelt. Das Gleiche sehen wir an der in Fig. 4 dargestellten Vorticelle, einem in stehenden Gewässern vorkommenden einzelligen Thierchen. Dasselbe ist mit seinem Stiel an Steinen, Holz, Blättern oder dergleichen befestigt, sein glockenförmiger Körper flottirt im Wasser. An dem freien Rande dieser Glocke steht ein Kranz von Wimperhaaren, welche durch ihre fortwährende Bewegung einen Strudel im Wasser erzeugen und dadurch Nahrung in die sogenannte Mundöffnung hineintreiben. Aber dieses Thier zeigt noch eine zweite Art von Differenzirung des Protoplasmas. Innerhalb des Stiels sieht man einen dunkleren Streifen, welcher wie ein spiralig gewundenes Band erscheint. Derselbe ist fein gestreift; wo das Band an die Glocke anstösst, lösen sich die Streifen voneinander und ziehen als zarte Fäden in der Glockenwand bis zum Glockenrande.

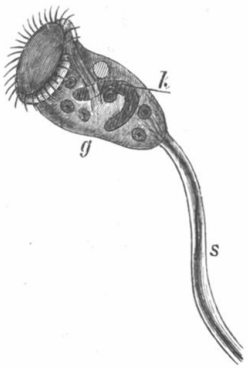


Fig. 4. Vorticelle. *s* der Stiel mit dem in ihm enthaltenen Muskelfaden, *g* die Glocke, *k* der Kern.

Diese Fäden können sich mit grosser Kraft in ihrer Längsrichtung verkürzen. Der Stiel wird, wenn dies geschieht, schraubenförmig, kürzer und dicker; der Glockenkörper kürzer und mehr kugelig. Wir nennen diese Gebilde Muskelfäden.

Wenn eine Zelle in solcher Weise sich ganz in Muskelsubstanz umwandelt, dann nennen wir sie eine Muskelzelle oder contractile Zelle. Wir finden solche Muskelzellen bei allen höhern Thieren, daneben aber auch Muskelfasern, welche durch Verschmelzung mehrerer Zellen zu langen faserigen Gebilden entstanden sind. Viele derartige Muskelfasern, durch bindegewebige Hüllen zu

grössern Organen vereinigt, nennt man Muskeln. Ihren Fasern, und damit den ganzen Muskeln kommt die Fähigkeit zu, sich zu verkürzen und dadurch auch andere Theile, mit denen sie verbunden sind, in Bewegung zu setzen. Sie sind die hauptsächlichsten und wirksamsten Bewegungsorgane der höhern Organismen.

ZWEITES KAPITEL.

1. Muskeln, ihre Form und Zusammensetzung; 2. Verbindung mit Knochen; 3. Knochen und Gelenke; 4. Feinerer Bau der quergestreiften Muskelfasern; 5. Elasticitätsgesetz; 6. Elasticität der Muskeln.

1. Die Muskeln bilden in den Körpern der Thiere das, was man im gewöhnlichen Leben als Fleisch bezeichnet. Präparirt man einen solchen Muskel, so findet man in der Regel, dass er an seinen beiden Enden in weisse Stränge oder Sehnen übergeht, welche an Knochen befestigt sind. Durch die Verkürzung der Muskeln können dann diese Knochen gegeneinander bewegt werden. Aber nicht alle Muskeln sind in dieser Weise angeordnet. Einige bilden in sich selbst zurücklaufende Ringe oder die Wandungen von hohlen Räumen, Säcken oder Schläuchen. Wenn diese sich verkürzen, so werden die Oeffnungen oder Hohlräume verkleinert, ihr Inhalt fortgeschoben.

Die mit Knochen verbundenen Skelettmuskeln können verschiedene Formen haben. Zuweilen sind sie platte dünne Bänder oder cylindrische Stränge, zum Theil von bedeutender Länge. Andere wieder sind in ihrer Mitte dicker als an ihren Enden; man nennt dann die Mitte den Bauch, und die Enden Kopf und Schwanz des Muskels. Manche Muskeln haben zwei oder mehrere Köpfe, d. h. zwei oder mehrere Stränge, welche von verschiedenen Knochenpunkten entspringen, vereinigen sich zu einem gemeinschaftlichen Bauch. Stets jedoch besteht ein solcher Muskel, er mag äusserlich gestaltet sein wie