

## Erster Theil.

# Der Stoffwechsel.

---

Die Bedeutung des Stoffwechsels im Allgemeinen. Die Physiologie ist die Lehre von den Lebenserscheinungen, den Vorgängen im Körper der lebenden Organismen. So deutlich die Grenze zwischen der lebendigen organischen Welt und der todten anorganischen gezogen zu sein scheint, so schwer ist es, in wenigen Worten eine strenge Definition zu geben, die genau den Begriff des Lebens einschließt, und alle ähnlichen Vorgänge in der anorganischen Welt mit Sicherheit ausschließt. Im Ganzen aber ist der Zustand des Lebens dadurch gekennzeichnet, dass die lebenden Wesen bei mehr oder minder festem Bestande ihrer Körperform und allgemeinen Erscheinung einem fortwährenden Wechsel der sie aufbauenden Stoffe unterliegen. Der Organismus vermag anorganische oder fremde organische Materie in sich aufzunehmen und so umzuwandeln, dass sie sich seinem Körperbestande einfügt. Zugleich giebt er von seinem Körperbestande oder auch unmittelbar von der aufgenommenen Materie Stoffe an seine Umgebung ab. Diesen Vorgang bezeichnet man als den „*Stoffwechsel*“ der Organismen.

Der Stoffwechsel vollzieht sich nicht etwa unter dem Einfluss äusserer Kräfte oder durch eine besondere „*Lebenskraft*“ des Organismus, sondern er wird durch dieselben Kräfte hervorgerufen, die auch ausserhalb der Organismen herrschen und geht nach den allgemeinen Gesetzen vor sich, die auch für die Vorgänge in der unbelebten Welt gültig sind. Dies lässt sich zwar im Einzelnen nicht überall nachweisen, im Gegentheil stösst die Untersuchung des Stoffwechsels oft auf Vorgänge, die nicht auf bisher bekannte physikalische und chemische Ursachen zurückgeführt werden können. Trotzdem darf man nicht annehmen, dass in diesen Fällen besondere, von den allgemeinen physikalischen und chemischen Kräften verschiedene Kräfte wirksam sind. Denn es ist mit genügender Sicherheit nachgewiesen, dass *das Gesetz von der Erhaltung der Energie für die Gesamterscheinung des organischen Stoffwechsels gültig ist*. Mithin bleibt kein Raum für Einführung einzelner Kräfte, die nicht den bekannten allgemeinen Energiequellen entspringen sollten. Um eine bestimmte Menge Energie, sei es in Gestalt äusserer Arbeit,

oder in Gestalt von Wärme, abgeben zu können, muss vielmehr der Organismus vorher eine gleiche Energiemenge der Aussenwelt entzogen haben.

Von diesem Gesichtspunkt aus erscheint der Stoffwechsel also nicht als ein blosser Austausch gleichwerthigen Materiales, sondern als eine Reihe von Umsetzungen, bei denen Energie frei wird. Die Summe der aufgenommenen und ausgeschiedenen Stoffe ist der Menge nach im Allgemeinen gleich, der Art nach durchaus verschieden. Die aufgenommenen Stoffe sind solche, durch deren Umsetzung die gesammte Menge von Energie in Gestalt von Wärme und Arbeit hervorgebracht werden kann, die für die Lebensthätigkeiten des Organismus erforderlich ist. Die abgesehenen Stoffe sind solcher Umsetzung garnicht mehr oder nur in viel geringerem Grade fähig.

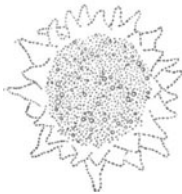
Wäre der Stoffwechsel des Organismus nur das, was das Wort ausdrückt, also ein blosser Austausch von Bestandtheilen, so könnte man den Organismus mit einem Sandhaufen vergleichen, auf den auf einer Seite beständig Sand aufgeschüttet und von dem zugleich auf der anderen Seite beständig Sand abgekartt wird. Der zugeführte und abgeführte Sand sind dabei gleichwerthig, und es bedarf eines steten Aufwandes von äusserer Arbeitskraft, um den Stoffaustausch zu unterhalten. Der Sandhaufen, soviel auch daran gearbeitet wird, ist und bleibt eine todte Masse, deren Umwälzung kein richtiges Bild von dem Stoffwechsel eines lebenden Wesens giebt. Eher lässt sich der Stoffwechsel vergleichen mit dem Wechsel des Wassers in einem Teich, in den von oben her ein Bach einfliesst, während unten das Wasser abzieht. Hier unterscheidet sich der zugeführte und abgeführte Stoff durch eine wesentliche Bedingung: das höher gelegene Wasser stellt einen Vorrath potentieller Energie dar, der das Abfliessen selbstthätig unterhält. Die langsame Strömung im Teich ist eine Arbeitsleistung und die abfliessende Wassermenge hat soviel von ihrer potentiellen Energie verloren wie der geleisteten Arbeit entspricht. Noch viel besser, ja geradezu vollkommen genau, entspricht dem Wesen des thierischen Stoffwechsels der Vergleich mit der Verbrennung in der Flamme einer Kerze oder eines Herdfeuers. Um das Feuer zu unterhalten, müssen bestimmte Stoffe als Brennmaterial zugeführt werden, und es muss für Luftzutritt gesorgt sein. Die Hitze des Feuers führt die Zersetzung der Brennstoffe herbei und ermöglicht ihre Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft. Bei dieser Verbindung wird Wärme frei, die weiteres Brennmaterial entzünden kann, so dass sich das Feuer, soweit Brennmaterial vorhanden ist, selbstthätig unterhält. Ausserdem bleibt eine grosse Menge Wärme übrig, die auch, wie es etwa in der Dampfmaschine geschieht, in mechanische Arbeit umgesetzt werden kann. Das Feuer scheidet bei vollkommener Verbrennung nur Asche, Wasserdampf und Kohlensäure ab und zwar in einer Menge, die der Summe des zugeführten Brennmaterialies und des verbrauchten Luftsauerstoffs genau gleich ist. Aber die Verbrennungsprodukte unterscheiden sich von dem ursprünglichen Brennmaterial dadurch, dass sie keiner Verbrennung mehr fähig sind.

Die Stoffwechselvorgänge im thierischen Körper sind, wie weiter unten gezeigt werden soll, thatsächlich im Wesentlichen Oxydationen, also gewissermaassen langsame Verbrennungen der Nährstoffe. Der Vergleich des Lebens mit einer Flamme ist also mehr als ein blosses dichterisches Bild.

Noch in einer ganzen Reihe von Einzelheiten lässt sich das Gleichniss durchführen, so in Bezug auf das Erlöschen der Flamme bei mangelnder Zufuhr, ihr Ersticken bei verhindertem Luftzutritt, bei übermässiger Anhäufung von Brennstoff oder Asche und so fort.

Blutkreislauf. Auf der niedrigsten Stufe der Organisation kommen die Verrichtungen, durch die sich der Stoffwechsel vollzieht, allen Theilen des Organismus in gleichem Maasse zu. Die Amoeba, die auch bei sorgfältigster Untersuchung ein durchaus gleichförmiges Klümpchen lebender Materie darstellt, kann mit ihrer ganzen Oberfläche oder mit jedem beliebigen Theile Stoffe aufnehmen und ebenso abgeben. Bei den höheren Entwicklungsstufen wird, wie alle anderen Lebensthätigkeiten, auch der Stoffwechsel durch besonders ausgebildete Organe vermittelt. Als ein Hauptmerkmal alles Lebens ist und bleibt der Stoffwechsel die erste Bedingung für die Erhaltung jeder einzelnen Zelle, gleichviel, ob sie als Elementarorganismus frei lebt oder sich im „Zellenstaat“ des Thierkörpers befindet. Aber da die Zellen im Inneren eines grösseren Körpers mit der Aussenwelt nicht un-

Fig. 1.



Amoeba (*Amoeba lucida*). In der Mitte feinkörniges Protoplasma, ringsum hyaline Pseudopodien. Vergrösserung 150:1.

Fig. 2.



Wasserfloh (*Daphnia*). Nah der Mitte der Rückenlinie das aus einzelnen Muskelzellen zusammengesetzte Herz. Vergrösserung 30:1.

mittelbar in Berührung treten, ist für sie ein Stoffwechsel nur möglich, wenn ihnen die Stoffe, die sie aufnehmen sollen, zugeführt werden, und die Stoffe, die sie abgeben, fortgeführt werden. Bei vielen niederen Thieren geschieht dies einfach dadurch, dass die den ganzen Körper durchtränkende Flüssigkeit bei den Bewegungen des Thieres die inneren Organe und deren einzelne Zellen umspült. Auf einer höheren Entwicklungsstufe, wie sie zum Beispiel sehr schön unter dem Mikroskop bei dem bekannten „Wasserfloh“ (*Daphnia pulex*) zu beobachten ist, wird die Strömung der Körperflüssigkeit durch ein contractiles Organ, das „Herz“, unterhalten, das durch abwechselnde Erschlaffung und Zusammenziehung die Flüssigkeit aufnimmt und fortreibt (Fig. 2).

Bei noch höherer Ausbildung, wie sie bei den Wirbelthieren erreicht ist, sind an das Herz besondere Zuleitungs- und Ableitungsbahnen, die Blutgefässe, angefügt, die der Flüssigkeit ihren

Weg vorschreiben und dadurch deren Vertheilung bestimmen. Indem im Gefäßsystem der Wirbelthiere die Spülflüssigkeit vollständig eingeschlossen ist, so dass Aufnahme und Abscheidung nur an besonderen Stellen stattfinden kann, ist Menge und Zusammensetzung der Flüssigkeit innerhalb gewisser Grenzen bestimmt. Die in den Gefäßen kreisende Flüssigkeit, das Blut, erlangt dadurch die Bedeutung eines besonderen Organs im Thierkörper.

Die Gewebsflüssigkeit. Als Vermittler der allgemeinsten Lebensthätigkeit, des Stoffwechsels, erscheint das Blut besonders geeignet, die Reihe der verschiedenen Organe zu eröffnen, deren Thätigkeit den Gegenstand der Physiologie ausmacht. Es mag indessen gleich hier erwähnt werden, dass das Blut nicht als ausschliesslicher Träger des Stoffwechsels betrachtet werden darf, eben weil es, in den Gefäßen eingeschlossen, mit den Zellen der Körpergewebe nicht unmittelbar in Berührung kommt. Der Stoffaustausch findet vielmehr zwischen dem Blute und der sogenannten Gewebsflüssigkeit statt, die alle Intercellularräume und Gewebslücken erfüllt. Ein System feiner Canäle und Röhren, der sogenannten Lymphgefäße, das alle Körpertheile in reichlicher Vertheilung durchsetzt, führt dauernd den Ueberschuss dieser Gewebsflüssigkeit als sogenannte Lymphe aus den Geweben fort und in das Blutgefäßsystem ein. Für den Stoffwechsel der Gewebe ist in erster Linie Menge, Zufluss und Abfluss der Gewebsflüssigkeit maassgebend, da diese aber aus dem Blute herrührt und auch wieder in das Blut zurückkehrt, umfasst die Betrachtung des Blutes vom Standpunkt des Stoffwechsels auch den Wechsel der Gewebsflüssigkeit.

---