

XIII.

Ueber den Gewichtsverlust der Thiere nach dem Tode.

[Prager Vierteljahrschrift 1853. Bd. XXXVII. S. 97.]

Die Reihe von Versuchen, deren Resultate im Folgenden mitgetheilt sind, begann im März 1851 und wurde, je nachdem sich Zeit und Gelegenheit darbot, bis zum August fortgesetzt. Meinem Freunde, Prof. H. HLASIWETZ, verdanke ich den grössten Theil der genaueren Wägungen, welche auf den vortrefflichen, aber keine grosse Belastung vertragenden Wagen des hiesigen chemischen Laboratoriums vorgenommen wurden. Die Veranlassung zu diesen Untersuchungen gaben einige Versuche, welche ich zur Bestimmung des absoluten Körpergewichtes verschiedener Thiere angestellt hatte. Die Vergleichung desselben vor und nach der Tödtung des Thieres hatte nämlich ergeben, dass das todte Thier stets leichter war, als das lebende. Der Gewichtsverlust war gleich nach dem Tode deutlich wahrzunehmen und lag immer ausserhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler. Es schien mir interessant genug, genauere quantitative Bestimmungen des Gewichtsverlustes vorzunehmen und diese ganze Erscheinung weiter zu verfolgen, um dem Grunde derselben auf die Spur zu kommen.

Ich experimentirte mit kleineren Säugern (*Mus musculus*, *Lepus cuniculus*, *Spermophilus citillus*, *Cavia cobayã* . . . etc.), Vögeln (*Fringilla serinus*, *Loxia coccothraustes*, *Strix otus*, *Strix noctua* . . . etc.), und Reptilien (*Coluber natrix*, *Lacerta agilis* . . . etc). Das zu opfernde Thier wurde auf die Wage gebracht, und nachdem es sich vollständig beruhigt hatte, mit Genauigkeit gewogen. Alsdann tödtete ich das Thier auf die eine oder die andere Art und trug die scrupulöseste Sorge dafür, dass weder etwas verloren ging, noch auch hinzukam, was die Reinheit des Versuchs hätte stören können. Die wiederholten Wägungen des todten Thieres wurden mit Berücksichtigung der seit der Tödtung verflossenen Zeit vorgenommen, so dass sowohl die absolute,

als die relative Zunahme des Gewichtsverlustes bestimmt wurde. Die gefundenen Werthe stellte ich tabellarisch zusammen; die eine Zahlenreihe enthält die Zeit der Wägungen, die andere das jeweilige absolute Gewicht. Aus der Differenz zweier Posten lässt sich die Veränderung des Gewichtes für eine bestimmte Zeiteinheit und somit der relative Gewichtsverlust leicht berechnen. Diese Tabellen gewinnen an Uebersichtlichkeit, wenn der Gewichtsverlust durch eine Curve ausgedrückt wird. Ich entwarf mir zu dem Ende eine Scale, deren Grade einer gewissen Zeiteinheit entsprachen und liess dieselbe von einer zweiten Scale rechtwinklig durchkreuzen, deren Abtheilungen eine bestimmte Gewichtseinheit repräsentirten. Ich erhielt auf diese Weise eine Anzahl von Vierecken und Durchkreuzungspunkten, welche je nach ihrer Lage und Entfernung vom Nullpunkte eine verschiedene quantitative Bedeutung bekamen. War schon vor dem Versuche ein solches Schema entworfen, so konnte der Verlust gleich nach jeder Wägung graphisch notirt werden. Um beim Entwurfe der Scalen Linien zu ersparen, bezog ich die Grade auf grössere Gewichts- und Zeiteinheiten, und theilte sie nur dort, wo es Noth that, nach einer kleineren Maasseinheit ein. Nach meinen bisherigen Versuchen werden, wenn man genau sein will, die Eintheilungen für den Anfang der Curve kleiner sein müssen als später, weil unmittelbar nach der Tödtung des Thieres, wegen des anfangs relativ grösseren Gewichtsverlustes mehr Wägungen nothwendig erscheinen, als während den folgenden Zeitabschnitten. Je zahlreicher die Wägungen bei gleicher Dauer des Versuches vorgenommen werden, desto genauer drückt die Curve die allmählichen Veränderungen des Gewichtes aus. Aus der Steilheit, mit welcher die Curve nach der einen Seite hin abfällt, ersieht man die relative Grösse dieser Veränderungen, die absolute Grösse derselben lässt sich an der fortlaufend numerirten Scale der Gewichtseinheiten ablesen. Die Reste, welche nach Abzug des bei jeder Wägung gefundenen Verlustes von dem Gesamtgewichte des lebenden Thieres übrig bleiben, können leicht an den passenden Stellen notirt werden. Eine solche graphische Darstellung ist eine table à double entrée, und es lässt sich, wenn die Curve des Gewichtsverlustes genau gearbeitet ist, für jeden beliebigen Zeitpunkt der Verlust, und umgekehrt für jede Grösse des Verlustes die seit der Tödtung verflossene Zeit, ohne Rechnung, finden.

Aus einer grossen Menge von Versuchen, welche ich tabellarisch zusammengestellt habe, theile ich hier nur drei im Detail mit und lasse darauf das aus sämmtlichen Versuchen gewonnene Resultat folgen.

1. Ein junges Kaninchen (*Lepus cuniculus*) wog lebend 17 Unzen und 84 Gran Med. Gew.

$1\frac{1}{2}$ Stunde nach der Strangulation hatte es	5 Gran,
$3\frac{1}{2}$ Stunden » » » » »	15 »
$11\frac{1}{2}$ » » » » »	21 »
$19\frac{1}{2}$ » » » » »	30 »
$27\frac{1}{2}$ » » » » »	37 »
$36\frac{1}{2}$ » » » » »	47 » von seinem

Gewichte verloren.

Aus dieser Tabelle ergibt sich, dass der Gewichtsverlust nach der ersten halben Stunde relativ am grössten war. In den darauf folgenden 3 Stunden betrug derselbe schon nur 10 Gran, was auf die halbe Stunde $1\frac{2}{3}$ Gran Verlust abwirft. Während den letzten 33 Stunden ist der Verlust = 32 Gran und es käme demnach auf die halbe Stunde etwa $\frac{1}{2}$ Gran.

2. Eine *Lacerta agilis* wog lebend 22,605 Gramm. Nachdem ihr etwa 4 Minuten lang der Brustkorb stark zusammengedrückt worden war und der Tod eingetreten zu sein schien, ergab die erste Wägung einen Verlust von 0,046 Gramm.

5 Minuten nach dieser ersten Wägung hatte sie 0,086 Gramm

12	»	»	»	»	»	»	»	0,116	»
19	»	»	»	»	»	»	»	0,156	»
26	»	»	»	»	»	»	»	0,176	» von

ihrem Gewichte verloren. Während der letzten Wägung bewegte sich das Thier plötzlich wieder, indem es nicht völlig getödtet worden war. Der Druck auf den Thorax wurde nun von Neuem und verstärkt angewendet, bis das Thier endlich kein Lebenszeichen mehr von sich gab. Nach 3 Stunden zeigte sich ein Verlust von 0,352 oder eigentlich von 0,276, weil die früher verlorenen 0,176 Gramm abgezogen werden müssen. Nach $3\frac{1}{2}$ Stunden betrug der Verlust 0,368 Gramm, nach $21\frac{1}{2}$ Stunden 0,552 Gramm. Werden die vor dem Eintritte des Todes, innerhalb der 30 Minuten verlorenen 0,176 Gramm hinzuaddirt, so erhält man die Werthe 0,444 und 0,728. Der Gesamtverlust, den das 22,605 Gramm schwere Thier während des Zeitraumes von etwa 22 Stunden, unter den angegebenen Umständen, erlitten hat, beläuft sich demnach auf 0,728 Gramm, was nahezu den 31. Theil seines Körpergewichts ausmacht.

Auch aus dieser Tabelle ergibt sich eine Unregelmässigkeit in der Zunahme des Gewichtverlustes. Besonders bemerkenswerth ist die rasche Abnahme des Gewichtes während des langen Todeskampfes.

3. Zwei lebende Mäuse (*Mus musculus*) wogen zusammen 18,836 Gr. Beide wurden sofort durch starken Druck auf den Thorax getödtet und

18 Minuten später gewogen ;	Verlust	0,038	Gramm.
30 » » » »		0,057	»
70 » » » »		0,058	»
4 $\frac{1}{2}$ Stunden » » »		0,071	»
24 » » » »		0,196	»

Wird der Verlust zu gleichen Theilen auf beide Thiere, welche nahezu dieselbe Grösse hatten, vertheilt, so kommt auf Eines ein Totalverlust von 0,098 Gramm oder einem 95stel seines Körpergewichtes.

Das allgemeine Resultat, welches sich aus sämmtlichen Versuchen ergeben hat, ist kurz folgendes: Die Thiere werden von ihrem Tode an, bis zum Zerfallen durch die Fäulniss oder bis zur völligen Mumification fortwährend leichter; der Gewichtsverlust nimmt jedoch ungleichmässig zu und wächst, unter übrigens gleichen Umständen, anfangs am bedeutendsten.

Es handelt sich nun darum, die ganze Erscheinung zu erklären und mit bekannten Vorgängen in Zusammenhang zu bringen.

Betrachtet man die Gewichtsverhältnisse eines lebenden Thieres während der mannigfaltigen, gesetzmässig oder zufällig wechselnden vitalen Processe, so findet man, dass das gesammte Körpergewicht, abgesehen auch von den durch das Lebensalter in grösseren Zeitabschnitten gesetzten Differenzen, fortwährenden, oft sehr beträchtlichen Schwankungen unterworfen ist. Der menschliche wie der thierische Körper behält streng genommen fast keinen Augenblick das gleiche Gewicht bei. Freilich können die in sehr kurzen Zeiträumen stattfindenden, oft unendlich kleinen Schwankungen, auf unseren Wagen nicht nachgewiesen werden, doch lassen sie sich nichts desto weniger voraussetzen. Der Gewichtsverlust und die Gewichtszunahme des lebenden Körpers werden durch das Zusammenwirken unzähliger innerer und äusserer Vorgänge mit Nothwendigkeit bedingt. Es steht hierbei die Aufnahme von Stoffen aus der umgebenden Aussenwelt mit den Ausscheidungen, den verschiedenen Se- und Excretionen, in antagonistischem Verhältnisse. Die stofflichen Einnahmen und Ausgaben müssen hier im weitesten Sinne genommen werden, sowohl hinsichtlich der chemischen und physikalischen Beschaffenheit, als der dabei thätigen Organe. Eine Unterscheidung der Einnahmen in solche, durch welche Stoffe überhaupt in den Körper kommen (z. B. Essen, Trinken) und in solche, welche die Stoffe erst zu eigentlichen Bestandtheilen des Organismus machen (z. B. die Aufsaugung des Chylus), ist für den nächsten Zweck der angeregten Betrachtung nicht nothwendig. Dasselbe gilt von einer ähnlichen Eintheilung der Aus-

gaben. Der Organismus fällt als ein lebendiges Ganze, mit allen seinen Werkzeugen in die Wagschale und soll als solches, während der gesetzmässigen, physiologischen Thätigkeit derselben in Bezug auf das Gewicht untersucht werden. Der Zusammenhang der vitalen Functionen mit den Schwankungen des Körpergewichtes soll hier aufgedeckt werden.

Die Einnahmen machen den Organismus schwerer, die Ausgaben leichter. Ueberwiegen die einen die anderen, so resultirt ein Gewinn oder ein Verlust an Gewicht für das Individuum. Der Fall ist denkbar, dass sich beide entgegengesetzte Factoren das Gleichgewicht halten, und das Körpergewicht für eine kürzere oder längere Zeit dasselbe bleibt.

Für die normale Entwicklung gilt als Gesetz, dass das thierische und menschliche Individuum mehr einnimmt und weniger ausgibt, so lange es in seiner körperlichen Ausbildung begriffen ist; später kommen die Factoren des Gesamtgewichtes im Allgemeinen auf gleiche Höhe; in der Periode der Decrepitität ersetzen die Einnahmen die Ausgaben nicht mehr, und nach dem Tode geht der Verlust an Masse und Gewicht unaufgehalten fort. Freilich unterliegt das skizzirte Schema einer Menge von individuellen Ausnahmen. Es darf überdies nicht vergessen werden, dass immer noch nothwendige und zufällige Schwankungen in dem antagonistischen Verhältnisse der Einnahmen und Ausgaben eintreten, welche ohne Störung des ganzen Ganges in das Schema aufgenommen werden müssen.

Es liesse sich hiernach eine Curve des Körpergewichtes für ein individuelles Dasein entwerfen, welche mit der Entstehung des Organismus anhebt und mit der Auflösung desselben endet. Diese graphische Darstellung müsste in der Entfernung betrachtet, als eine Linie erscheinen, welche rasch aufsteigt, nach und nach eine grösste Höhe erreicht und behält, und endlich wieder herabsinkt. In der Nähe und genauer angesehen, würde die Linie wie mit zitternder Hand gezogen, die angedeutete Krümmung vollenden und mehr oder weniger regelmässige, grössere und kleinere Biegungen im Zickzack zeigen. — Diese Curve des Körpergewichtes ist die Resultirende zweier Componenten, welche in entgegengesetzten Richtungen wirken, die eine von unten nach oben, die andere von oben nach unten; jene entspricht den Einnahmen, diese den Ausgaben. Die Veränderungen des specifischen Gewichtes des Individuums, welche streng genommen gleichfalls als Componenten betrachtet werden können, sind im Allgemeinen allzu unbedeutend, und dürfen vernachlässigt werden. Man kann vollends davon absehen, wenn man von vornherein das Volumen des Indivi-

duums nicht berücksichtigen will und die Beobachtungsmethode darnach wählt. — Das letzte absteigende Stück der Curve des Körpergewichtes stellt den durch die oben mitgetheilten Versuche direct nachgewiesenen, nach dem Tode fortdauernden Gewichtsverlust dar, welchem keine vitalen Einnahmen entgegenwirken. Von den Ausgaben, welche das Leichterwerden bedingen, hat der Tod die Mehrzahl gleichfalls sistirt, in ununterbrochener Wirksamkeit bleiben aber jene Ausgaben, welche nicht unmittelbar von dem Leben des Organismus abhängen, und diese sind es daher, welche die fragliche Erscheinung erklären müssen.

Man hat die stofflichen Ausgaben nach verschiedenen Eintheilungsgründen unterschieden; so nach dem Aggregationszustande des Ausgeschiedenen in feste, flüssige und gasförmige; nach der chemischen Beschaffenheit; nach den beteiligten Organen etc. Eine weitere Eintheilung ist durch die interessanten Versuche von LUDWIG und RAHN (Ueber die Beihülfe der Nerven zur Speichelsecretion. Zürich) angebahnt worden, nämlich nach dem Grade der Abhängigkeit vom Nervensysteme. Die Ausgaben, um welche es sich hier handelt, müssen durch einen rein chemisch-physikalischen Vorgang bedingt sein, da sie das Leben überdauern, und dunst- oder gasförmiger Natur sein, weil sie nicht unmittelbar wahrgenommen werden können; ferner müssen sie auf der freien, von der Haut und den Schleimhäuten überkleideten Oberfläche des Körpers stattfinden, indem alle anderen Wege der Ausfuhr von Stoffen verlegt sind.

Nach Allem lässt sich mit Bestimmtheit behaupten, dass die fragliche Ausscheidung nichts anderes ist, als die Ausdünstung, das schon während des Lebens vorsichgehende und noch fortwährende Verdünsten der flüssigen Bestandtheile des Körpers und das Verflüchtigen von Gasen. Das beschriebene Leichterwerden nach dem Tode ist der Ausdruck des durch die Verdunstung gesetzten Substanzverlustes. Das getödtete Individuum verhält sich hier im Wesentlichen gerade so, wie eine der Verdunstungsröhren, welche LIEBIG bei seinen Versuchen über den Verdunstungsdruck (Unters. über einige Ursachen der Säftebewegung im thierischen Organismus. 1848.) angewendet hat.

Die gegebene Erklärung des Gewichtsverlustes reicht vollkommen aus. Die nach dem Tode eintretenden Verhältnisse, welche man mit dem Leichterwerden noch in Beziehung bringen könnte, als das Erkalten der Leiche, das Aufhören der Respirations- und Blutbewegung u. s. w., beziehen sich entweder auf die Veränderung des specifischen Gewichtes, und es genügt, darauf im Allgemeinen hingewiesen zu haben, oder sie wirken nur modificirend auf die Raschheit, das Quan-

tum der Verdunstung ein, und dann werden damit keine wesentlich neuen Erklärungsgründe, sondern nur Bausteine zum Ausbau der vorgetragenen Ansicht geliefert.

Wird das Entweichen des Wasserdunstes und der Gase verhindert, so kann auch kein Gewichtsverlust zu Stande kommen. Es beweist dies folgender Versuch, durch welchen zugleich jeder Nebengedanke an irgend eine dynamische Wirkung verbannt wird. Ich brachte in eine dünnwandige Glasröhre vier wohlabgetrocknete lebende Tritonen und schmolz die offenen Enden auf dem Glasbläsertische zu. Die mit eingeschlossene Luft reichte hin, den Thieren mehrere Stunden das Leben zu fristen. Die Röhre sammt Einschluss wurde sorgfältig gewogen und das Gewicht notirt. Nach geraumer Zeit — die Thiere lebten noch — gab die wiederholte Wägung dasselbe Resultat. 30 Stunden später waren sämmtliche Thiere zu Grunde gegangen, es zeigte sich aber noch immer keine Spur einer Gewichtsabnahme.¹⁾

Wie bereits oben mitgetheilt wurde, ist der Gewichtsverlust in der ersten Zeit nach der Tödtung des Thieres verhältnissmässig am grössten und nimmt später ungleichmässig zu. Wenn die gegebene Erklärung des Phänomens richtig ist, so kann es keine Schwierigkeiten haben, auch diese Schwankungen nach ihren Bedingungen einzusehen. Der anfangs bedeutendere Verlust beruht zum Theil auf der letzten vitalen Thätigkeit (der Haut) während des Todeskampfes (Todeschweiss), zum Theil geht der Verdunstungsprocess rascher vor sich, so lange das Thier noch warm ist und noch nicht viel Feuchtigkeit verloren hat. (Dies entspricht ganz den Versuchen von KRAUSE, welche beweisen, dass die Verdunstung durch die unverletzte Epidermis hindurch wirklich stattfindet. [Handw. d. Physiolog. B. II, S. 158]. Ein durch ein Stück dünner Epidermis verschlossenes, mit Wasser gefülltes Gläschen verlor in den ersten Tagen 0,35—0,21 Gran in 24 Stunden, später im Mittel 0,1 Gran.) Die letzte vitale Thätigkeit der Haut während des Todeskampfes ist übrigens einer der Gründe, warum die Art, auf welche man das zum Versuch bestimmte Thier tödtet, nicht ganz gleichgültig ist für die Grösse des anfänglichen Gewichtsverlustes. Der oben unter 2) angeführte Versuch mit der *Lacerta agilis* kann als Beleg dafür dienen.

Die Grösse der Zunahme des Gewichtsverlustes überhaupt, als be-

¹ Nach $\frac{5}{4}$ Jahren hatte sich in der Röhre eine beträchtliche Menge einer missfärbigen Jauche angesammelt, welche nebst den freien Gasen unter anderen Umständen längst verschwunden wäre und einen ansehnlichen Gewichtsverlust gesetzt hätte. Die Thiere sind äusserlich vollkommen wohlhalten.

dingt durch die Verdunstung, hängt aber wesentlich von den hygrometrischen und barometrischen Verhältnissen der Atmosphäre und der Temperatur ab. Es kann der Fall eintreten, dass durch die Zustände der das Thier umgebenden Medien nicht nur ein absoluter Stillstand der Verdunstung — also auch der Abnahme des Gewichtes, eintritt, sondern dass sogar das Gegentheil von dem bisher Besprochenen geschieht, nämlich eine Aufnahme von Stoffen, namentlich von Wasser, aus der Luft und dem gemäss eine Zunahme des Körpergewichtes. Wenn der Körper z. B. schon vorher mehr Flüssigkeit verloren hätte, als die Atmosphäre im Augenblicke selbst besässe, so würde dies unvermeidlich sein. Die mehr oder weniger auffallenden Schwankungen des Gewichtsverlustes, sowohl im Anfange, als auch später, werden sich also auf den häufigen, oft schnellen und periodischen Wechsel der angeführten äusseren Verhältnisse zurückführen lassen und nehmen wir dazu nebst den erörterten inneren Bedingungen noch die individuellen Verhältnisse in Betracht, als: Alter, Grösse, Wohlgenährtheit u. s. w., so dürften wir wohl sämtliche maassgebende Momente erschöpft haben, welche hierher bezogen werden können.

Die Veränderungen des Körpergewichtes, welche auch in pathologischer Hinsicht von praktischer Wichtigkeit sind, wie neuere Erfahrungen zeigen, haben wir bis über die Vernichtung des individuellen Lebens hinaus verfolgt, und damit die Auffassung jener physikalischen Verhältnisse des thierischen Organismus vervollständigt, welche durch die skizzirte Curve des Körpergewichtes graphisch dargestellt wurden, nämlich seiner Beziehungen zur Schwere.

Schliesslich will ich noch eines weitverbreiteten Vorurtheiles gedenken, dessen Berichtigung und Deutung wohl hier Platz finden kann. Es gilt als Erfahrungssatz, dass der Tod die Leichen nicht nur strecke, sondern auch schwerer mache. Der Volksglaube behauptet also das Gegentheil von dem, was im Vorhergehenden als eine allgemeine und nothwendige Erscheinung nachgewiesen wurde. — Es versteht sich von selbst, dass der menschliche Körper, auf welchen dies zunächst bezogen wird, keine Ausnahme von dem Naturgesetze machen kann, sondern aus den angegebenen Gründen nach dem Tode an Gewicht verlieren muss, wie alle thierischen Organismen. Irgend eine Wahrheit liegt jedoch diesem, wie den meisten Vorurtheilen zu Grunde. Die fraglichen im Volke gemachten Erfahrungen sind nicht unrichtig, nur müssen sie anders ausgelegt und das Resultat, zu dem sie führen, anders formulirt werden.

Wenn man einen Lebenden heben oder tragen soll, so gibt man ihm oder er sich selbst eine passende Stellung; er legt den Arm um

den Hals des Trägers, er zieht die Beine an, u. s. w. Durch die bewusst oder unbewusst angenommene Attitüde wird das Gewicht auf mehrere Punkte vertheilt und erscheint dem Träger geringer, erträglicher. Es hängt von der Art, wie die Last gefasst wird, zum grossen Theil die Beurtheilung ihrer Grösse ab, da der Kraftaufwand je nach dem Angriffspunkte ein sehr verschiedener ist, ohne dass sich dabei das Gewicht des Gegenstandes ändern würde. — Der Lebende hilft also auf die angedeutete Art dem Träger; er kann sich »leicht machen«, wie man zu sagen pflegt — der Leichnam hingegen fällt haltungslos zusammen oder streckt seine Glieder starr und steif von sich und wird daher meist unter sehr ungünstigen mechanischen Momenten gehoben und getragen werden müssen.

Nehmen wir nebst diesem mechanischen Grunde für einzelne Fälle noch einen psychologischen, die Scheu vor dem Leichname, hinzu, so dürfte die Entstehung jenes Vorurtheiles genügend gerechtfertigt und gedeutet sein.

Da der Tod nicht schwerer, sondern in der That leichter macht, so muss die Formulirung der im Volke gemachten Erfahrungen insoweit berichtigt werden, als es nun heisst, dass die Leichname nicht schwerer, sondern nur schwerer zu tragen sind, als Lebende.
