

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Jahrgang 1863. Band I.

München.

Druck von F. Straub (Wittelsbacherplatz 3).

1863.

~~~~~  
In Commission bei G. Franz.

15  
207-21

Herr Pettenkofer hielt einen Vortrag:

„Ueber die Produkte der Respiration des Hundes bei Fleischnahrung und über die Gleichung der Einnahmen und Ausgaben des Körpers.“

Professor Voit und ich haben unsere gemeinschaftlichen Versuche mit dem Respirationsapparate im Februar dieses Jahres wieder fortgesetzt. Das Object der Versuche war derselbe Hund Sultan, der auch zu den früheren Versuchen gedient hatte. Wir untersuchten zunächst die Wirkung von täglichen 1500 Grm. Fleisch auf denselben. Seit mehr als drei Monaten hatte sich das Thier an der Kette im Freien aufgehoben, und war mit gewöhnlichem gemischten Hundefressen (mit Küchenabfällen aus Fleisch, Knochen, Fett, Brod, Kartoffeln, Suppen, Wasser u. s. w. bestehend) ernährt worden. Es sah wohlgenährt aus und war sehr munter. Für uns war es von Interesse, ehe wir die regelmässigen Fütterungsversuche mit 1500 Grmm. Fleisch begannen, die Ausgaben des Thieres an die Luft und die Einnahme von Sauerstoff aus ihr auch bei gemischter Kost kennen zu lernen. Darauf wurde das Thier 25 Tage lang täglich mit 1500 Grmm. Fleisch gefüttert, welches nach Voit's Methode von Fett, Sehnen und Bindegewebe befreit war. Von diesen 25 Tagen brachte Sultan 5 Tage im Respirationsapparate zu, und zwar den 1., 5., 9., 13. und 18. Tag. Die folgende Tabelle enthält die Resultate dieser Versuche, und am Schluss das Mittel der Versuche 4, 5 und 6. Alle Gewichtsangaben sind in Grammen zu verstehen.

| Nro. | Datum.         | Nahrung.                    | Körpergewicht |       | Ausgeschiedene Menge. |       |              |         |            |              | Aus der Luft aufgenommenen Sauerstoff. | Auf 100 O aus der Luft in der CO <sub>2</sub> enthalten. | Bemerkung.                                                                                                 |
|------|----------------|-----------------------------|---------------|-------|-----------------------|-------|--------------|---------|------------|--------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                |                             | vor           | nach  | Harn.                 | Koth. | Kohlensäure. | Wasser. | Grubengas. | Wasserstoff. |                                        |                                                          |                                                                                                            |
|      |                |                             | dem Versuche. |       |                       |       |              |         |            |              |                                        |                                                          |                                                                                                            |
| 1.   | 11. Febr. 1863 | 1385 gemischtes Hundfutter. | 34330         | 33963 | 978                   | 87,9  | 554,4        | 558,9   | 2,1        | —            | 429,3                                  | 93,9                                                     | 1. Tag der Fleischdiät.<br>5. Tag.<br>9. Tag.<br>13. Tag.<br>18. Tag.<br>Mittel der drei letzten Versuche. |
| 2.   | 16. „          | 1500 Fleisch                | 33890         | 33713 | 881                   | 90,4  | 595,6        | 621,2   | 2,6        | —            | 513,8                                  | 84,7                                                     |                                                                                                            |
| 3.   | 20. „          | 1500 „                      | 33370         | 33413 | 1020                  | —     | 554,8        | 397,0   | 2,0        | —            | 516,8                                  | 78,0                                                     |                                                                                                            |
| 4.   | 23. „          | 1500 „                      | 33590         | 33557 | 1099                  | —     | 545,5        | 369,5   | 0,8        | 3,4          | 485,2                                  | 81,7                                                     |                                                                                                            |
| 5.   | 27. „          | 1500 „                      | 33140         | 33171 | 1061                  | —     | 539,4        | 343,4   | 2,6        | 0,7          | 478,1                                  | 82,2                                                     |                                                                                                            |
| 6.   | 4. März 1863   | 1500 „                      | 33250         | 33272 | 1064                  | —     | 529,8        | 351,4   | 1,3        | —            | 468,5                                  | 82,2                                                     |                                                                                                            |
|      |                | 1500 „                      |               |       | 1075                  | 40,7  | 538,2        | 354,8   | 1,6        | 1,4          | 477,2                                  | 82,0                                                     |                                                                                                            |

Der Versuch bei gemischtem, gewöhnlichem Hundfressen lässt den Einfluss des hohen Wassergehaltes dieser Nahrung auf die Transpiration erkennen, der sich auch noch am 1. Tage der Fleischdiät kund gibt. Das Verhältniss des in der ausgeschiedenen Kohlensäure enthaltenen Sauerstoffes zu dem aus der Luft aufgenommenen ist bei gemischtem Fressen bedeutend höher, als in den nachfolgenden Versuchen bei reiner Fleischdiät, ein Verhältniss, was ohne Zweifel von dem im gemischten Fressen enthaltenen Kohlehydraten herührt. — Erst nach dem dritten Versuche zeigte sich das Thier völlig im Gleichgewichte zwischen der Aufnahme von Stickstoff im gefütterten Fleische und der Abgabe von Stickstoff in Harn und Koth, und blieb in dieser Hinsicht sich gleich bis zum Schluss der Versuchsweise mit reinem Fleische. Dies veranlasst uns, der nun folgenden Discussion über die Verwendung der Nahrung die Versuche 4, 5 und 6 zu Grunde zu legen.

1500 Grmm. Fleisch

|            |        |               |                                     |
|------------|--------|---------------|-------------------------------------|
| enthalten: | 1138,5 | Grmm. Wasser  |                                     |
|            | 187,8  | „ Kohlenstoff | } Trockene<br>Fleisch-<br>substanz. |
|            | 25,95  | „ Wasserstoff |                                     |
|            | 51,0   | „ Stickstoff  |                                     |
|            | 77,25  | „ Sauerstoff  |                                     |
|            | 19,5   | „ Salze       |                                     |

Um eine Gleichung über sämtliche Endglieder des Stoffwechsels aufstellen zu können, muss man neben den Ausgaben an die Luft auch noch die Bestandtheile des ausgeschiedenen Harnes und Kothes in Rechnung ziehen, worüber Collega Voit genaue tägliche Bestimmungen gemacht hat, gerade so wie bei seinen und Bischoff's früheren Untersuchungen.

In 10 auf einanderfolgenden Tagen wurden bei 1500 Grm. Fleisch folgende Harnstoffmengen ausgeschieden

107,57 Grmm.

110,65 „

106,78 „

108,55 „

106,31 „

110,58 „

108,12 „

105,12 „

100,41 „

115,02 „

---

1078,91 = 107,9 Grmm. als Mittelwerth  
eines Tages.

Voit hat bei einer andern Gelegenheit bewiesen, dass die Liebig'sche Methode, den Harnstoff im Harn zu titriren, den Stickstoffgehalt des Harnes richtig angiebt, trotzdem, dass der Harn neben Harnstoff auch noch geringe Mengen Kreatin und Kreatinin, Harnsäure und Kynurensäure enthält, es scheint, dass das Stickstoffäquivalent dieser Körper gegen-

über der Quecksilberoxydlösung sich ebenso verhält, wie das Stickstoffäquivalent des Harnstoffs.

Der mittlere Gehalt des Harnes an Salzen wurde auf gleiche Weise im Tage zu 16,3 Grammen ermittelt.

Der feste Rückstand, den der Harn überhaupt liess, betrug im Mittel dieser Versuche 152,2 Grammen auf einen Tag. Um was dieses Gewicht grösser ist, als die Summe von Harnstoff und Salzen ( $107,9 + 16,3 = 124,2$ ) um das müssen noch andere feste Substanzen im Harne enthalten gewesen sein. Dieser Ueberschuss beträgt 28 Grammen auf einen Tag. Um die elementare Zusammensetzung dieses Restes der festen Bestandtheile im Harn kennen zu lernen, wurden mehrere Proben davon der Elementaranalyse unterworfen, und vom Resultate derselben die Elemente der bekannten Harnstoffmenge in Abzug gebracht <sup>1)</sup>. Hieraus ergab sich, dass die 28 Grmm. organischer Rest im Harne

|      |       |                       |
|------|-------|-----------------------|
| 9,6  | Grmm. | Kohlenstoff,          |
| 2,5  | „     | Wasserstoff und       |
| 15,9 | „     | Sauerstoff enthalten. |

Die Analyse zeigt, dass der mit Quarzpulver eingetrocknete Harn jedenfalls noch merkliche Mengen Wasser zurückhält, was aber für die vorliegende Rechnung gleichgültig ist, da die Bestimmung des festen Rückstandes im Harne auf die gleiche Weise, und mit derselben Harnmenge gemacht wurde, welche zur Verbrennung diente.

Ebenso wie der Harn musste auch der auf einen Tag treffende Koth und seine elementare Zusammensetzung ermittelt werden. Während 19 Tagen entleerte der Hund 7 Mal Koth, und zwar

---

(1) Wenn man Harn mit Quarzpulver eintrocknet, lässt er sich sehr gut der Elementaranalyse unterwerfen.

|                                                          |   |   |      |   |   |
|----------------------------------------------------------|---|---|------|---|---|
| 54,4 Grmm. im feuchten = 18,1 Grmm. im trocknen Zustande |   |   |      |   |   |
| 204,2                                                    | „ | „ | 53,6 | „ | „ |
| 89,3                                                     | „ | „ | 23,1 | „ | „ |
| 75,8                                                     | „ | „ | 18,4 | „ | „ |
| 79,5                                                     | „ | „ | 20,7 | „ | „ |
| 122,9                                                    | „ | „ | 28,8 | „ | „ |
| 148,2                                                    | „ | „ | 49,1 | „ | „ |

Es treffen somit auf einen Tag, d. i. auf 1500 Grmm. Fleisch 11,2 trockener Koth. Nach der Elementaranalyse enthalten diese 11,2 Grmm. Koth

|     |       |              |
|-----|-------|--------------|
| 4,9 | Grmm. | Kohlenstoff, |
| 0,7 | „     | Wasserstoff, |
| 0,7 | „     | Stickstoff,  |
| 1,5 | „     | Sauerstoff,  |
| 3,4 | „     | Salze.       |

Nimmt man zu diesen Zahlen für Harn und Koth noch das Mittel der gasförmigen Einnahmen und Ausgaben des Thieres in den Respirationsversuchen 4, 5 und 6, so hat man alle Faktoren, um einen Vergleich zwischen den Elementen der als Nahrung dienenden 1500 Grmm. Fleisch nebst dem aus der Luft aufgenommenen Sauerstoff einerseits, und den Elementen sämtlicher Ausscheidungen des Körpers anderseits anzustellen, und eine Bilanz zu ziehen, in welcher jede einzelne Grösse durch Versuche ermittelt ist. Alle bisher aufgestellten Stoffwechselgleichungen litten an dem erheblichen Gebrechen, dass sie für einzelne Faktoren theils in der Einnahme, theils in der Ausgabe anstatt wirklich bestimmter Werthe hypothetische Zahlen annahmen, und damit der willkührlichen Interpretation ein ziemlich offenes Feld noch liessen. Die Gleichung, welche wir nun aufstellen werden, ruht auf sämtlichen wirklich bestimmten Werthen, und ist wohl die erste, welche ohne jede Zuhilfenahme von Hypothesen je aufgestellt worden ist.

|                                                           |       |              |             |                      |
|-----------------------------------------------------------|-------|--------------|-------------|----------------------|
| Wir haben in 1500 Grammen Fleisch- <sup>2)</sup> Einnahme |       |              |             |                      |
| 187,8                                                     | Grmm. | Kohlenstoff, |             |                      |
| 152,25                                                    | „     | Wasserstoff, | davon 25,95 | in der Trockensub-   |
|                                                           |       |              |             | stanz des Fleisches. |
|                                                           |       |              | und 126,5   | im Wasser des        |
|                                                           |       |              |             | Fleisches.           |
| 51,0                                                      | „     | Stickstoff,  |             |                      |
| 1089,25                                                   | „     | Sauerstoff,  | davon 77,25 | in der Trockensub-   |
|                                                           |       |              |             | stanz des Fleisches. |
|                                                           |       |              | und 1012,0  | im Wasser des        |
|                                                           |       |              |             | Fleisches.           |
| 19,5                                                      | „     | Salze.       |             |                      |
| <hr/>                                                     |       |              |             |                      |
| 1500,0.                                                   |       |              |             |                      |

Zur Einnahme gehört auch noch die Menge Sauerstoff, welche das Thier aus der Luft, in der es lebte, aufgenommen hat. Hiefür ergibt das Mittel der 3 letzten Respirationsversuche 477,2 Grmm. Diese sind zu der im Fleisch enthaltenen Sauerstoffmenge zu addiren, und es ergibt sich dadurch die Gesamt-Einnahme an Sauerstoff zu 1566,45 Grammen.

Der aus der Luft aufgenommene Sauerstoff könnte auch unbekannt gelassen werden, denn er müsste sich unter der Voraussetzung, dass die eingenommenen 1500 Grmm. Fleisch binnen 24 Stunden wirklich umgesetzt werden, und dass nicht mehr Sauerstoff aus der Luft aufgenommen wird, als in sämtlichen Ausscheidungsstoffen enthalten ist, aus einer Vergleichung des Sauerstoffgehaltes der Nahrung und des Sauerstoffgehaltes sämtlicher Ausgaben ergeben; denn der in letzteren enthaltene Ueberschuss könnte als aus der Luft stammend angesehen werden. Wenn aber die auf anderem Wege gefundene Sauerstoffaufnahme mit diesem durch Rech-

---

(2) Siehe Bischoff und Voit. Gesetze der Ernährung des Fleischfressers. S. 304.

nung sich ergebenden Ueberschuss stimmt, dann hat man eine Sicherheit mehr, dass die aufgestellte Gleichung ein Ausdruck der wirklichen und wahren Verhältnisse sei.

|                                                    |            |                                     |
|----------------------------------------------------|------------|-------------------------------------|
| Gehen wir nun zu den Ausgaben über, so finden sich |            |                                     |
| Kohlenstoff                                        | 21,6 Grmm. | im Harnstoff                        |
|                                                    | 9,6 „      | in sonstigen Harnbestandtheilen     |
|                                                    | 4,9 „      | im Kothe                            |
|                                                    | 146,7 „    | in der Kohlensäure der Perspiration |
|                                                    | 1,2 „      | im Grubengase der Perspiration      |
|                                                    | <hr/>      |                                     |
|                                                    | 184,0 „    |                                     |
| Wasserstoff                                        | 7,2 Grmm.  | im Harnstoff                        |
|                                                    | 2,5 „      | in sonstigen Harnbestandtheilen     |
|                                                    | 102,5 „    | im Wasser der Harnes                |
|                                                    | 0,7 „      | im trocknen Kothe                   |
|                                                    | 3,2 „      | im Wasser des Kothes                |
|                                                    | 39,4 „     | „ „ der Perspiration                |
|                                                    | 0,4 „      | „ Grubengase „                      |
|                                                    | 1,4 „      | „ Wasserstoff „                     |
|                                                    | <hr/>      |                                     |
|                                                    | 157,3 „    |                                     |
| Stickstoff                                         | 50,4 Grmm. | im Harne Harnstoff                  |
|                                                    | 0,7 „      | im Kothe                            |
|                                                    | <hr/>      |                                     |
|                                                    | 51,1       |                                     |
| Sauerstoff                                         | 28,8 Grmm. | im Harnstoff                        |
|                                                    | 15,9 „     | in sonstigen Harnbestandtheilen     |
|                                                    | 820,3 „    | im Wasser des Harnes                |
|                                                    | 1,5 „      | im trocknen Koth                    |
|                                                    | 26,3 „     | im Wasser des Kothes                |
|                                                    | 391,5 „    | in der Kohlensäure der Perspiration |
|                                                    | 315,4 „    | im Wasser der Perspiration          |
|                                                    | <hr/>      |                                     |
|                                                    | 1599,7     |                                     |

|       |      |       |    |       |
|-------|------|-------|----|-------|
| Salze | 16,3 | Grmm. | im | Harne |
|       | 3,4  | „     | im | Koth  |
|       | 19,7 | „     |    |       |

Stellt man nun Einnahmen und Ausgaben gegenüber, so ergibt sich folgende Bilanz:

|                       | Einnahme: | Ausgabe: |
|-----------------------|-----------|----------|
| Kohlenstoff . . . . . | 187,8     | 184,0    |
| Wasserstoff . . . . . | 152,5     | 157,3    |
| Stickstoff . . . . .  | 51,0      | 51,1     |
| Sauerstoff . . . . .  | 1566,4    | 1599,7   |
| Salze . . . . .       | 19,5      | 19,7     |
| Summen . . . . .      | 1977,2    | 2011,8   |
| Differenz . . . . .   |           | 34,6     |

Diese Bilanz überrascht bereits in dem Zustande, wie sie sich ohne jede weitere Untersuchung und Berichtigung ergibt, durch den Grad ihrer Uebereinstimmung. Bei einem Gesamtgewicht der Einnahme und Ausgabe von 3989 Grammen nur eine Differenz von nicht ganz 35 Grmm., d. i. von nicht ganz 1 Procent. Bei näherer Betrachtung wird aber die Uebereinstimmung noch grösser.

Die grössten Differenzen zeigt der Wasserstoff und Sauerstoff. Man gewahrt auf den ersten Blick, dass die Zunahme von Wasserstoff und Sauerstoff in der Ausgabe für beide Elemente nahezu in dem nämlichen Verhältnisse erfolgt ist, in welchem sie im Wasser enthalten sind. Das nöthigt zur Annahme, dass der Körper des Thieres etwas an seinem ursprünglichen Wassergehalte verloren hat. Man hat um 4,8 Wasserstoff und 33,4 Sauerstoff mehr in Ausgabe als in Einnahme. 4,8 Wasserstoff erfordern zur Bildung von Wasser 38,4 Sauerstoff. Hienach hätte das Thier etwa 43 Grammen Wasser von seinem Körper verloren. Die Gewichtsverhältnisse des Körpers während der drei letzten Respirationsversuche müssen ausweisen, ob die Annahme einer geringen Wasserabgabe zulässig ist oder

nicht. — Aus der zu Anfang stehenden Tabelle ist ersichtlich, dass das Körpergewicht in den 3 Versuchen vom 23. Februar bis 4. März vor und nach dem Versuche wesentlich gleich ist, es beträgt nach dem Versuche im Mittel um 6 Grmm. mehr. Nun hat aber der Hund bei diesen 3 Respirationsversuchen keinen Koth entleert, er wurde also sammt der Kothmenge, welche als täglicher Durchschnitt im Betrage von 40,7 in die Rechnung eingestellt ist, gewogen. Zieht man die für 1 Tag treffende Kothmenge ab, so ergibt sich das Endgewicht geringer, als das Anfangsgewicht, annähernd um 34 Grammen. Wollte man die Rechnung ganz genau machen, so müsste man auch für die Anfangsgewichte noch Correctionen wegen der Kothentleerung vornehmen, und unsere Bilanz würde dann vielleicht noch etwas besser stimmen, doch wir wollen es wegen Unbedeutenheit der Differenz nicht weiter ausführen, und weil sich die Rechnung auch noch dadurch compliciren würde, dass das Thier an Tagen zwischen den Respirationsversuchen manchmal zu seinen 1500 Grammen Fleisch auch wieder Wasser soff. Aus den Anfangs- und Endgewichten der 3 Respirationsversuche geht jedenfalls mit Sicherheit hervor, dass eine Gewichtsabnahme sich ergeben hätte, wenn die Entleerung des treffenden Kothes erfolgt wäre. — Ferner will ich noch bemerken, dass die Genauigkeit bei der Wägung des Thieres nur bis auf 5 Grammen verbürgt werden kann, mithin eine vollständige Uebereinstimmung der Bilanz nur etwas Zufälliges sein könnte.

Es bietet ein ganz besonderes Interesse, zu sehen, wie die Rechnung für die Menge Sauerstoff, welche aus der Luft zu 1500 Grmm. Fleisch in den Stoffwechsel eingetreten ist, stimmt, wenn man dieselbe als nicht durch den Respirationsversuch ermittelt betrachtet. In diesem Falle würde man nur den Sauerstoffgehalt des Fleisches mit 1089,2 kennen. Da in der Ausgabe zum Wasser des Fleisches ein geringer

Wasserverlust des Körpers (etwa 36 Grmm. Wasser, welche 32 Grammen Sauerstoff enthalten) hinzukommt, so ist der Sauerstoff dieses Wassers in Einnahme zu stellen, und hienach würde sich der Sauerstoffgehalt der ganzen Einnahme ohne den Sauerstoff der Luft auf 1121,2 Grmm. stellen. Diese Menge vom Sauerstoff der Gesamtausgabe (1599,7) abgezogen — müsste als Differenz (478,5) den aus der Luft hinzugekommenen Sauerstoff ergeben. Die Respirationsversuche ergeben das Mittel des Sauerstoffes aus der Luft zu 477. Diese Uebereinstimmung betrachte ich neben den Controlversuchen als einen weiteren Beleg für die Richtigkeit meiner Methode, den während eines Respirationsversuches in den Kreislauf eintretenden Sauerstoff zu bestimmen.

Nach dieser Bilanz hat das Thier seinen ganzen Stoffwechsel binnen 24 Stunden lediglich mit dem gefütterten Fleische bestritten und mit Ausnahme einer sehr kleinen Menge Wasser keine Bestandtheile seines Körpers dazu verbraucht. Hiemit wollen wir nicht gesagt haben, dass das gefütterte Fleisch ohne weiteres dem Stoffwechsel in der Art verfallt, dass die Ausgaben des Tages von den nämlichen 1500 Grmm. Fleisch stammen, welche an diesem Tage genossen worden sind, wir halten im Gegentheil die Annahme für natürlicher, dass die Nahrung zuvor zum Ersatz verbrauchter fester und flüssiger Organtheile diene, ehe sie in der Ausgabe des Körpers erscheint; aber jedenfalls muss man annehmen, dass sich mit Fleischnahrung allein ein Körperzustand herstellen und erhalten lässt, bei welchem die Summe der Elemente aller verbrauchten festen und flüssigen Theile des Körpers gleich der Summe der Elemente der Nahrung (hier Fleisch und Sauerstoff) ist, so dass täglich in allen Theilen des Körpers genau ein Aequivalent der Nahrung dem Stoffwechsel verfällt, und mithin kann man auch jedenfalls sagen, dass beim Gleichgewichtszustand des Körpers die täglich genossene Nahrung auch täglich umgesetzt wird.

Wir halten dieses Ergebniss für etwas sehr wichtiges. Bisher konnte man immer sagen, es sei nur eine Hypothese und keine Thatsache, dass die verschiedenen Endglieder der Ausgabe ein Aequivalent der genossenen Nahrung seien; es wäre ja möglich gewesen, dass auch andere Bestandtheile des Körpers, welche eine mit der Nahrung ganz verschiedene Zusammensetzung haben, an der Bildung der Endglieder in beliebigen Verhältnissen sich betheiligten. Woher wollte man denn z. B. wissen, ob die ausgeschiedene Kohlensäure von verbranntem Fette oder von verbranntem Eiweisse (Fleisch) herrührte? oder wer konnte sagen, dass nur ein Aequivalent des gefütterten Fleisches wie Bischoff und Voit sich ausdrückten, und nicht andere Körperbestandtheile umgesetzt würden? Jetzt aber steht die Sache anders, — jetzt ersehen wir aus der vollständigen Gleichung der Einnahmen und Ausgaben, dass ausser den Bestandtheilen der Nahrung keine andern Stoffe in die Umsetzung hineingezogen worden sind, und auf gleiche Weise würde sich auch zeigen, was von der Nahrung zurückgeblieben ist, oder was der Körper abgegeben hat. Erst jetzt lassen sich die Processe des Wachstums, der Mästung und Abmagerung genauer studiren, erst jetzt gewinnen Ernährungsversuche ihre volle wissenschaftliche und praktische Bedeutung.

Es giebt einen Weg, unsere Annahme, dass der Hund seine ganze Respiration und Perspiration lediglich mit dem gefütterten Fleische und nicht etwa theilweise auch mit Fett seines Körpers bestritten habe, einer genauen Prüfung auch noch von anderer Seite her zu unterwerfen. Es steht fest, dass das Thier, nachdem es sich mit der gegebenen Nahrung ins Gleichgewicht gesetzt hat, den ganzen Stickstoffgehalt derselben binnen 24 Stunden in Harn und Koth ausscheidet, und zwar den grössten Theil (bis zu 98 Procent) in der Form von Harnstoff. Von den Bestandtheilen des Fleisches trennen sich somit die Elemente des Harnstoffes ab — ein

kleiner Theil wird zur Bildung anderer Harnbestandtheile und des Kothes verwendet, der Rest wird vollständig oxydirt oder wie man gewöhnlich sagt, verbrannt. Denkt man sich nun diesen Rest vollständig verbrennend, so ist klar, dass entsprechend der constanten Zusammensetzung des Fleisches und des Harnstoffes eine constante Menge Sauerstoff zur Verbrennung nothwendig sein wird und dass der in den Verbrennungsprodukten (Wasser und Kohlensäure) enthaltene Sauerstoff zu dem aus der Luft bei der Verbrennung eintretenden gleichfalls in einem constanten Verhältniss stehen muss. Da wir keine Mittel besitzen, zu unterscheiden, wie viel von dem ausgeschiedenen Wasser durch Verbrennung gebildet worden ist und wie viel schon fertig vorhanden war, so bleibt für eine solche Betrachtung nur die Kohlensäure übrig, von der wir annehmen können, dass sie wenigstens bei Fleischnahrung nur in Folge von Oxydation durch den atmosphärischen Sauerstoff auftritt. Wenn die ganze Respiration also wirklich nur mit Fleisch, von dem sich Harnstoff abgetrennt hat, gedeckt wird, so muss der in der ausgeschiedenen Kohlensäure enthaltene Sauerstoff zu der aus der Luft aufgenommenen Gesamtmenge Sauerstoff das nämliche Verhältniss zeigen, welches der organische verbrennliche Rest des Fleisches nach der Abtrennung der Elemente des Harnstoffes erfordert.

100 Fleisch (mit 75,9 Wasser, 12,52 Kohlenstoff, 1,73 Wasserstoff, 5,15 Sauerstoff, 3,40 Stickstoff und 1,30 Salzen) geben

7,285 Harnstoff (mit 1,457 Kohlenstoff, 0,485 Wasserstoff, 3,400 Stickstoff, 1,934 Sauerstoff).

100 Fleisch lassen hiemit nach Abtrennung des Harnstoffes eine Verbindung zur Verbrennung über, welche  
11,063 Kohlenstoff,  
1,245 Wasserstoff und  
3,207 Sauerstoff enthält.

Zur vollständigen Verbrennung dieser Gruppe von Elementen sind zu dem bereits enthaltenen Sauerstoff noch 36,25 nothwendig und man wird dann 50,56 Kohlensäure und 11,21 Wasser haben. Die 50,56 Kohlensäure enthalten 29,5 Sauerstoff. Die Gesammtmenge des zur Verbrennung nöthigen Sauerstoffes (36,25) verhält sich zu dem in der erzeugten Kohlensäure enthaltenen (29,5), wie 100:81,4. Diess ist fast ganz genau dasselbe Verhältniss, welches sich in den Respirationsversuchen 4, 5 u. 6 constant ergibt und im Mittel 82 beträgt und welches bei Verbrennung von Fett 72,9 betragen müsste.

Der in der ausgeschiedenen Kohlensäure enthaltene Kohlenstoff entspricht nicht ganz dem Kohlenstoffgehalt des Fleisches nach Abzug des Harnstoffes, ein geringer Theil wird, wie schon erwähnt, zur Bildung anderer Harnbestandtheile und des Kothes verwendet. Rechnet man aber auch den in diesen enthaltenen Kohlenstoff zu dem in der Kohlensäure dazu, wie es in der Bilanz geschehen ist, so fehlt immer noch eine geringe Menge in der Ausgabe für 24 Stunden, nach dem oben angenommenen Durchschnitte 3.8 Grmm., was dem Kohlenstoff von 30 Grammen Fleisch entspricht. Es lässt sich nun nicht genau entscheiden, wie weit diese 3.8 Kohlenstoff als Versuchsfehler anzunehmen oder wie weit sie als Verbindungen im Körper zurückgeblieben sind. Die Kohlensäurebestimmung bei den Respirationsversuchen ist so scharf, dass es uns nicht wahrscheinlich ist, dass die ganze Kohlenstoffdifferenz der Bilanz Versuchsfehler sein sollte. Wir sind eher geneigt, an eine geringe Fettbildung aus Fleisch zu glauben und diese Kohlenstoffmenge würde nahezu 5 Grammen Fett im Tage entsprechen. Wir neigen uns zu dieser Annahme aus dem Grunde hin, weil aus der Tabelle ersichtlich ist, wie die Kohlensäure-Ausscheidung vom 23. Februar bis 4. März eine zwar sehr geringe, aber stetige Abnahme zeigt, und weil zugleich damit auch der

aus der Luft aufgenommene Sauerstoff sich ähnlich vermindert. Dass aus Fleisch Fett entstehen kann, beweist nicht nur die Bildung von Leichenwachs (Adipocere) unter gewissen Umständen, auch die früheren Untersuchungen von uns geben Anhaltspunkte hiefür. Bei Fütterung grosser Fleischmengen erschien sämmtlicher Stickstoff desselben in Harn und Koth, während vom Kohlenstoffe beträchtliche Mengen in Respiration und Perspiration nicht zum Vorschein kamen, mithin im Körper zurückblieben. Wenn man sich von der Fleischsubstanz allen Stickstoff als Harnstoff abgetrennt denkt, so bleibt eine Gruppe von Elementen zurück, welche der Zusammensetzung der Fette schon sehr nahe steht.

Diese Gruppe enthält in 100 Theilen:

71,3 Kohlenstoff,

8,02 Wasserstoff,

20,68 Sauerstoff,

während 100 Theile Fett als

79,0 Kohlenstoff,

11,0 Wasserstoff und

10,0 Sauerstoff angenommen werden können.

Denkt man sich in der vom Fleische stammenden Gruppe etwa  $4\frac{1}{2}$  Procente Kohlenstoff mit dem darin enthaltenen Sauerstoff zu Kohlensäure vereinigt und ausgeschieden, so bleibt ein Körper von der Zusammensetzung unserer Fette zurück.

Die Uebereinstimmung in der Bilanz zwischen Einnahme und Ausgabe eines so grossen Thieres, während es sich in einem gleichen Zustande erhält, ist für uns auch einer von den Beweisen dafür, dass der atmosphärische Stickstoff am Stoffwechsel keinen Antheil nimmt, und dass sich aus den stickstoffhaltigen Bestandtheilen der Nahrung und des Körpers kein freies Stickstoffgas entwickelt, denn sonst wäre diese Uebereinstimmung unmöglich.

Es könnten auch die aus der Bilanz für 1500 Grmm. Fleisch sich berechnende Sauerstoffmenge und die durch die

Versuche erhaltene Sauerstoffmenge nicht in dem Grade mit einander stimmen, wenn es Umstände gäbe, unter denen der Körper merkliche Mengen Stickstoff aus der Luft aufnähme oder an sie verlöre, weil bei der zweiten Bestimmung das ganze Körpergewicht vor und nach dem Versuche in die Rechnung eingeführt ist.

Für dieses Hin- und Herspazieren des Stickstoffes in der Luft bietet die Chemie kein Analogon, mit Ausnahme der Schönbein'schen Entdeckung der Bildung von Ammoniaknitrit, die aber unter den Umständen, unter denen ein Organismus lebt, in 24 Stunden nie einen quantitativ bestimmten Betrag erreichen könnte. Bischoff und Voit haben schon früher am Hunde, W. Henneberg beim Wiederkäuer, J. Lehmann beim Schwein, Ranke jr. am Menschen und Voit erst wieder in neuester Zeit am Hunde und namentlich an der Taube bis zur Evidenz nachgewiesen, dass aller in der Nahrung enthaltener Stickstoff — nicht mehr und nicht weniger — in Harn und Koth entleert wird; wir, und schon früher Regnault und Reiset haben nachgewiesen, dass in der Respirations- und Perspirations-Luft keine merklichen Mengen Ammoniak zu entdecken sind, — und doch giebt es noch immer Leute, welche sich der gefälligen Täuschung hingeben, dass ihr Stickstoff-Deficit von einer gasförmigen Ausscheidung dieses Elementes aus dem Eiweisse und seinen Abkömmlingen herrühren könnte, einer Ausscheidung, die noch kein Mensch gesehen hat. Sie klammern sich mit einer Zähigkeit, die einer besser begründeten Sache würdig wäre, an die Spuren von Stickstoff, die Regnault und Reiset bei ihren Versuchen bald gefunden bald vermisst haben und versäumen dabei die wirklichen Quellen ihres Stickstoffdeficits aufzusuchen und zu entdecken. Die Versuche mit dem Regnault'schen Apparate sind uns in dieser Frage nicht im mindesten beweisend; denn sie sind nicht durch Controlversuche bestätigt. Wir sind überzeugt,

wenn man in den Regnault'schen Apparat statt eines Thieres eine brennende Kerze bringt und den Versuch 24 Stunden lang im Gange lässt, man ebenso wie bei den Thieren bald eine geringe Vermehrung, bald eine Verminderung des Stickstoffes in der kleinen eingeschlossenen Atmosphäre in Folge von Diffusion und anderen Ursachen finden wird. Wir haben uns hierüber schon früher geäußert. Ebensowenig können wir Jenen beistimmen, die wohl zugeben, dass im Zustande der Ruhe kein Stickstoffdeficit vorhanden sei, aber ein solches für den Zustand der Bewegung behaupten. Diese Herrn bedenken nicht, dass es im lebenden Körper keinen Zustand der Ruhe im physiologischen Sinne giebt; denn das wäre der Tod. Soll die unaufhörliche Arbeit der Brustmuskeln bei der Respiration, des Herzmuskels bei der Blutbewegung, des Darmes bei der Verdauung eine andere Wirkung haben, als wenn man die Muskeln des Armes oder des Fusses bewegt?

Doch wollen wir hoffen, dass auch diese Zeit nicht mehr ferne ist, wo man das Stickstoffdeficit auch bei der Bewegung in's Reich der Fabel verweist, nachdem jene Zeit bereits gekommen ist, wo das Deficit in der Ruhe nicht mehr so allgemein behauptet wird. Wir werden übrigens im Verlaufe fernerer Untersuchungen auf diese controverse Frage eine entscheidende experimentelle Antwort zu geben im Stande sein.

Unser nächster Bericht wird die tägliche Ernährung mit 1500 Grmm. Fleisch und steigenden Mengen Fett (von 30 bis 150 Grmm.) während 19 Tagen umfassen. Hierauf werden wir die Resultate mit wieder 1500 — dann 1000 und zuletzt während längerer Zeit mit 500 Grmm. Fleisch folgen lassen. Diese beiden Reihen von Versuchen werden wesentlich ein Bild von Ansatz und Abgabe von Fett im Körper des Thieres liefern.

---