

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Jahrgang 1864. Band I.

München.

Druck von F. Straub (Wittelsbacherplatz 3).

1864.

In Commission bei G. Franz.

291-1-1
50 a

Sitzungsberichte
der
königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Philosophisch-philologische Classe.

Sitzung vom 7. Mai 1864.

Herr Beckers hielt einen Vortrag:

„Ueber die wahre und bleibende Bedeutung der Naturphilosophie Schellings“.

Derselbe wurde für die Denkschriften bestimmt.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 7. Mai 1864.

Herr Pettenkofer trug vor:

„Bemerkungen über die chemischen Untersuchungen von M. J. Reiset über die Respiration von landwirthschaftlichen Hausthieren“.

Reiset hat in den Annales de Chimie et de Physique (dritte Serie Bd. 69. Oktober 1863) eine Fortsetzung der
[1864. I. 4.]

früher (1849) gemeinschaftlich mit Regnault angestellten Untersuchungen geliefert. Da seit dieser Zeit der thierische Stoffwechsel theils in seinen festen und flüssigen, theils auch in seinen gasförmigen Endgliedern Gegenstand umfangreicher und genauer Untersuchungen in Deutschland gewesen ist, so war die Hoffnung gewiss nicht unberechtigt, Reiset werde die bisherigen Resultate in den Kreis seiner neuen Untersuchungen ziehen. Der Verfasser hat diese Hoffnung getäuscht und seinen alten Standpnnkt von 1849 unverändert beibehalten; anstatt sich eine neue Aufgabe zu stellen, hat er die alten Versuche unter denselben wesentlichen Umständen wie früher wiederholt. Die Fortsetzung der Arbeiten hat uns desshalb auch keinen Fortschritt in unserm Wissen gebracht. Die früheren Versuche von Regnault und Reiset verdienten zu ihrer Zeit die grösste Beachtung und Anerkennung, die sie auch gefunden haben, namentlich weil sie an verschiedenen Thierklassen angestellt waren; aber nur die grösste Kurzsichtigkeit konnte sich einreden, dass sie mehr als ein guter Anfang, dass der Gegenstand im Wesentlichen hiemit erlediget wäre. Die Versuche von Regnault und Reiset haben in Bezug auf den Stoffwechsel nur den Werth von qualitativen, aber nicht von quantitativen Untersuchungen, weil die Quantität der im Körper sich umsetzenden Stoffe gar nicht berücksichtigt worden ist. Der ganze Gasaustausch steht als eine isolirte Grösse für sich da, und kann ohne die willkürlichsten Hypothesen nicht mit dem gesammten Stoffwechsel in Beziehung gebracht werden. Die Untersuchungen von Regnault und Reiset haben gelehrt:

- 1) dass die Produkte der Perspiration bei verschiedenen Thierklassen wesentlich die gleichen sind;
- 2) dass der athmende Körper aus der Luft wesentlich nur Sauerstoff aufnimmt und Kohlensäure abgibt;
- 3) dass er unter Umständen auch zwar geringe, aber

doch messbare Mengen Wasserstoff und Grubengas ausscheidet;

4) dass zwischen der Quantität und Qualität der Nahrung und der Perspiration ein noch zu erforschender Zusammenhang sich verräth;

5) dass weder Ammoniak noch Schwefelwasserstoff in bestimmbarer Menge ausgeschieden werden und endlich fanden sie

6) dass der Stickstoffgehalt der in ihrem Apparat eingeschlossenen Atmosphäre sich während eines Versuches bald etwas vermehrt, bald etwas vermindert, wo sie dann annehmen, das Thier habe Stickstoff ausgegeben oder eingenommen. Das abgedunstete Wasser ist ebenso, wie die Nahrung und die Ausscheidungen durch Darm und Nieren unberücksichtigt geblieben.

Das Verdienst der Untersuchungen von Regnault und Reiset liegt somit weniger in der Neuheit der Resultate, denn alles Wesentliche war eigentlich schon durch Forschungen Anderer einzeln da, als vielmehr in der unzweifelhaften Bestätigung und theilweisen Begränzung der vorhandenen Vorstellungen, z. B. welche Gase und in welchen Mengen bei verschiedenen Thieren und verschiedenen Zuständen derselben auftreten, worauf mithin bei künftigen Versuchen zu achten ist, und worauf nicht. Dass der Körper bald Stickgas abgeben, bald aufnehmen sollte, war das Unerwartetste. Regnault und Reiset scheinen bisher eine Beziehung zwischen dem aus der Luft aufgenommenen Sauerstoff und dem entwickelten oder verschwundenen Stickstoff gesucht zu haben, wenigstens führen sie für das Gewicht der beiden Stoffe ein proportionales Verhältniss an, das aber auch in Reiset's neuesten Untersuchungen so wenig constant ist, dass das entwickelte Stickgas einmal 24, das andermal 8760 Hunderthausendstel vom Gewicht des verzehrten Sauerstoffes beträgt, während ein anderes Mal

Stickstoff verschwindet, ohne dass man nur entfernt einen chemischen oder physiologischen Grund, ein Gesetz für dieses Hin- und Herspazieren des Stickstoffes zu ahnen vermöchte. Für einen Chemiker, der mit der Zersetzung der eiweissartigen Körper näher bekannt ist, gehört diese Annahme gewiss zu den unerwartetsten und erheischt deshalb die strengste Prüfung.

Die inzwischen in Deutschland gemachten Untersuchungen über den Kreislauf des Stickstoffes der Nahrung beim Stoffwechsel im Thierkörper waren der Annahme von Regnault und Reiset nicht günstig. Bidder und Schmidt hatten bei der Katze, Bischoff und Voit beim Hunde, Henneberg beim Wiederkäuer, J. Lehmann beim Schweine, J. Ranke beim Menschen gefunden, dass aller Stickstoff der Nahrung — nicht mehr und nicht weniger — durch Nieren und Darm ausgeschieden wird. Voit, der sich um die Lösung dieser Frage unstreitig das Hauptverdienst errungen, hat in neuester Zeit nachgewiesen, dass eine Taube, welche Monate lang mit einer gewogenen Menge Erbsen gefüttert wurde, allen Stickstoff des Futters — nicht mehr und nicht weniger — in den Excrementen der Niere und des Darmes wieder ausgeschieden hat. Bei diesem so lange fortgesetzten Versuche von Voit hätte es unfehlbar zu Tage kommen müssen, wenn das Thier täglich auch nur eine höchst unbedeutende Menge dieses Stickstoffes an die Luft verloren oder aus ihr aufgenommen hätte.

Solche Thatsachen haben ein unbestreitbares Recht, Beachtung zu verlangen, und können nicht mehr durch Stillschweigen beseitiget werden. Reiset hätte die Pflicht gehabt, seine behauptete Stickstoffausscheidung damit in Einklang zu bringen. Anstatt dessen aber hat er uns ohne jede weitere Prüfung der deutschen Arbeiten seine alte Methode mit ihren bekannten Resultaten wieder vorgeführt. Inzwischen hatte ich auch gezeigt, wie man einen grossen und

complicirten Respirationsapparat auf die Genauigkeit seiner Angaben durch Controlversuche sicher prüfen kann. Hätte Reiset anstatt Kälber, Schafe und Schweine eine brennende Stearinkerze in seinen Apparat gebracht, so hätte er ebenso wie ich in Erfahrung bringen können, mit welcher Genauigkeit er arbeite; und er hätte sicherlich gefunden, dass er auch beim Verbrennen eines ganz stickstofffreien Körpers bald Zuwachs, bald Verlust von Stickstoff in der Luft seines Respirationsraumes erhalte, sobald der Versuch 12 bis 24 Stunden andauerte.

Der Apparat und die Methode Reiset's schliessen erstlich den Einfluss der Diffusion der Gase nicht aus, welche trotz Kitt und Kautschuk an allen Verbindungsstellen stattfindet, und um so merklicher im Resultate hervortritt, je länger der Versuch dauert, und je kleiner das im Apparat stagnirende Luftvolumen ist.

Wie leicht kann die Bereitung und Aufbewahrung des erforderlichen Sauerstoffes von einer Verunreinigung durch Stickstoff begleitet sein! An einer genommenen Probe kann diess sehr wenig oder kaum erkennbar sein, aber der Stickstoff-Rückstand von hunderten von Litern, die in der Respirationsglocke verzehrt worden, kann zuletzt doch sehr bemerkbar sein.

Eine noch so geringe Undichtigkeit im Respirations-Raume, welche an einem Quecksilbermanometer durch einige Minuten lange Beobachtung gar nicht wahrgenommen wird, kann binnen 20 und 24 Stunden immerhin eine beträchtliche Menge Stickstoff aus der Glocke heraus oder hinein befördern, je nachdem der Druck innen oder aussen grösser ist.

Ebenso kann das Versuchsthier selbst Veranlassung zu Störungen im Stickstoffvolum der eingeschlossenen Luft geben. Wenn ein Wiederkäuer eben gefressen hat, ehe er in den Apparat kommt, so hat er mit seinem Futter mindestens so viele Liter Luft verschluckt, als das Futter Kilogramme

wiegt. Wenn nun bei der Verdauung reichlich Kohlensäure, Grubengas und Wasserstoffgas entwickelt werden, so wird der zu Anfang des Versuches in Magen und Gedärmen vorhandene Stickstoff am Ende des Versuches ausgetrieben sein, und sich nun in der Luft des Apparates befinden. In dem Versuche 3. fand Reiset bei einem Schafe, das während des Versuches bedeutenden Meteorismus bekam, die höchste Menge von ausgeschiedenem Stickstoff (33 Liter), während sonst das Maximum bei Schafen 6 Liter war. Dieses Grubengas hat offenbar zur Vermehrung des Stickstoffes beigetragen, indem es allen Stickstoff der beim Fressen verschluckten Luft aus dem Körper ausgetrieben hat. Dieser Versuch leidet übrigens auch noch an einem anderen grossen Gebrechen, was ihn geradezu als unbrauchbar erscheinen lässt. Der gasförmig ausgeschiedene Stickstoff beträgt nahezu 42 Gramme. Wollte man nun annehmen, dass sich diese grosse Menge Stickstoffgas aus den Bestandtheilen des Körpers binnen 14 Stunden entwickelt hätte, so könnte das Thier in dieser Zeit Stickstoff weder im Harne, noch im Kothe ausgeschieden haben, was doch gegen alle physiologische und chemische Wahrscheinlichkeit ist. Ein Schaf setzt nämlich in 24 Stunden nicht 40 Gramme Stickstoff um, und in diesem Falle sollten binnen 14 Stunden bloss in den gasförmigen Ausscheidungen 42 Gramme enthalten sein! Dieses Experiment Nr. 3 beweist nur, dass im Apparate oder in der Methode irgend wo eine beträchtliche Fehlerquelle ist, und wenn der Fehler einmal 30 Liter betragen kann, so ist auf die Resultate, wo sich 2 und 3 Liter ergeben, wohl auch kein Vertrauen mehr zu setzen.

Bei den Versuchen 6, 7 und 8, die Reiset mit Kälbern anstellte, steigt und fällt die Menge des entwickelten Stickstoffes mit der Menge des entwickelten Grubengases:

Versuch 6)	14,5	Liter	Grubengas	2,8	Liter	Stickstoff
„ 7)	16,4	„	„	3,1	„	„

Versuch 8) 20,4 Liter Grubengas 3,4 Liter Stickstoff.

Ein weiterer Grund zur Aenderung des Stickstoffgehaltes der inneren Luft während des Versuches ist die Differenz in der Zusammensetzung zwischen der Luft, in welcher das Thier unmittelbar vor dem Versuche gelebt hat, und der Luft im Apparate beim Schluss des Experimentes. Die Luft, welche das Thier nicht nur im Ernährungskanal, sondern auch in den Zwischenräumen der Haare und Federn, in der Lunge in den Apparat mitbringt, setzt sich mit der Luft im Apparate allmählig in's Gleichgewicht. Die Luft des Reiset'schen Apparates ist nun meistens viel kohlenensäurereicher, als die äussere Luft. Bei den Versuchen 6 bis 8 mit Kälbern beträgt der Kohlenensäuregehalt 8 bis 13 Volum pro mille. So viel Kohlenensäure trifft man in den schlechtest ventilirten Ställen nicht an. Henneberg und ich untersuchten im Winter die Luft eines sehr dicht belegten Kuhstalles auf Kohlenensäure, nachdem Fenster und Thüren eine Zeit lang geschlossen gehalten waren, und fanden nur 2½ pro mille Kohlenensäure als Maximum. Dieses Uebermass von Kohlenensäure in der Luft des Apparates ist jedenfalls ein unnatürliches Verhältniss.

Schon die früheren Versuche von Dulong und Despretz zur Bestimmung der thierischen Wärme litten an dem Gebrechen, dass sie eine ganz unverhältnissmässige Vermehrung des Stickstoffes im Apparate ergaben, die in nicht zu rechtfertigender Weise als Stickstoffausscheidung des Thieres von Vielen angenommen wurde; von Liebig hat bereits im Jahre 1845 (*Annalen der Chemie* Bd. 53. S. 76) nachgewiesen, dass eine solche Annahme geradezu absurd und unmöglich ist.

Nach diesen Thatsachen ist sicherlich nichts weniger bewiesen, als dass der Stickstoff der Luft am Stoffwechsel auch nur den geringsten Antheil habe. Unter diesen Umständen bleibt Herrn Reiset wohl nichts übrig, als mit

seinem Apparate gleichfalls Controlversuche zu machen. Erst dann, wenn er beim Verbrennen von mehr und weniger Stearin, bei grösserer oder geringerer Thätigkeit der Kali-Pipetten, welche die Kohlensäure absorbiren u. s. w. genau so viel Kohlensäure erhält und Sauerstoff verbraucht, als die Elementaranalyse des Stearins verlangt, und erst wenn sich dabei das Stickstoffvolum in seinem Apparate unter verschiedenen Umständen während einer Versuchsdauer von 12 bis 24 Stunden gleich bleibt, können seine Angaben über die Ausgabe und Einnahme von gasförmigem Stickstoff wieder in Betracht gezogen werden, bis dahin muss man sie zu den Dingen zählen, welche ebenso grundlos behauptet werden, als sie unwahrscheinlich sind.

Und wenn sich auch diese Ausscheidung gasförmigen Stickstoffes wider alle Wahrscheinlichkeit nicht ganz als Täuschung erweisen würde, so wäre dennoch die bisherige Methode von Regnault und Reiset für den Beweis unzureichend. Wer behaupten will, dass Stickstoff sich zeitweise auch gasförmig aus den Bestandtheilen der Nahrung und des Körpers entwickeln könne, muss auch nachweisen, dass dieser Stickstoff der treffende Bruchtheil des gesammten Stickstoffumsatzes im Körper ist. Er muss ebenso, wie es Voit, Bischoff, Henneberg, Lehmann und Ranke gethan haben, durch eine bestimmte Quantität Nahrung einen Gleichgewichtszustand des Körpers herstellen, bis sich Umsatz und Ersatz genau entsprechen, und dann muss nachgewiesen werden, wie viel von dem Stickstoffgehalt der täglich umgesetzten Nahrung in den gasförmigen, und wie viel in den flüssigen und festen Excreten erscheint. So lange diese Bilanz nicht klappt, so lange sind Fehler an den Apparaten oder Methoden zu verbessern.
