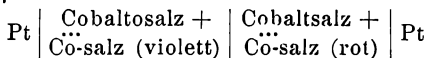


stets stärker entwickelt ist als bei der niederwertigen, d. h. dem Cobaltosalz; so ist es niemals gelungen, das Cobaltosalz der Aminoessigsäure und Aminopropionsäure in reinem Zustande darzustellen, während es bei der wesentlich stärkeren α -Pyridincarbonsäure ohne Schwierigkeit zu erhalten ist. Diese Beziehungen sind in der obigen Tabelle zur Darstellung gebracht.

Durch den Aufbau geeigneter Oxydations-Reduktionsketten, z. B.



und die Messung der E. K. derselben, wird es möglich sein, die freie Energie der Umwandlung der beiden Cobaltisalze zu bestimmen und damit die Beständigkeit der beiden Formen exakt zu definieren.

Außer den Cobaltsalzen wurden Chromi-, Platin- und Kupfersalze der Picolinsäure untersucht (vgl. H. Ley und K. Ficken, Ber. deutsch. chem. Ges. 45 377 [1912]). Stereoisomerie wurde bei den Salzen des Chroms und Platins nicht aufgefunden, während sie bei den Cuprisalzen angedeutet ist.

2. Herr Krummacher:

Über Fehlerquellen bei der Energiemessung mit Anwendung auf den lebenden Organismus.

Nach einigen einleitenden Bemerkungen über Wesen und Messung der Energie erörterte der Vortragende die Methoden, den Energieverbrauch im lebenden Körper zu bestimmen. Beim ruhenden Organismus genügt es, die nach außen abgegebene Wärmemenge in einem Kalorimeter aufzufangen, da in diesem Falle andere Energiearten nicht in Betracht kommen. Aber auch Arbeitsleistungen aller Art lassen sich schließlich in Wärme überführen und als solche bestimmen. Dieses Verfahren liefert natürlich nur den Gesamtwert des Energieverbrauchs, gewährt aber keinen Einblick in die chemischen Vorgänge im einzelnen, aus denen die Energie hervorgeht. Um darüber Aufschluß zu erhalten, müssen wir das Kalorimeter mit einem Respirationsapparat verbinden, einem Apparat, der uns in den Stand setzt, die während der Versuchszeit ausgeschiedenen Kohlenstoff- und Stickstoffmengen zu ermitteln, ebenso wie die Menge des verbrauchten Sauerstoffs. So ergeben sich drei Bestimmungsgleichungen, aus denen sich die Zersetzungsgröße der drei Unbekannten: Eiweiß, Fett und Kohlenhydrat, berechnen lassen. Diese Methode wurde zuerst von Rubner, später von Atwater und Bene-

dikt mit Erfolg angewandt, erfordert aber einen großen Aufwand von Zeit und Mühe.

Deshalb wird man sich, wenn irgend möglich, damit begnügen, den Energieverbrauch aus dem Stoffverbrauch abzuleiten, wie er mit Hilfe eines Respirationsapparates gefunden wird. Haben wir auf diese Weise festgestellt, wieviel Eiweiß, Fett und Kohlenhydrat während der Versuchszeit zersetzt wurde, so brauchen wir nur die verbrannten Nährstoffmengen mit ihrer spezifischen Energie zu multiplizieren. Denn nach dem Gesetz von Heß ist die bei irgendeinem Vorgang entwickelte Energie unabhängig vom Verlauf des Prozesses. Im Organismus kann daher auch nicht mehr und nicht weniger Energie entstehen als in der kalorimetrischen Bombe — vorausgesetzt, daß Anfangs- und Endzustand in beiden Fällen die gleichen sind. Daß diese Bedingung beispielsweise für die Verbrennungswärme des Eiweisses nicht zutrifft, ist bekannt, weshalb auch von der Verbrennungswärme nur der im Körper verbleibende Anteil, nämlich 4,1 statt 7,5 Kalorien in die Rechnung einzusetzen sind.

Anfangs- und Endzustand sind aber nicht allein durch die chemische Beschaffenheit der beteiligten Stoffe, sondern auch durch physikalische Zustandsgrößen bestimmt, nämlich Volumen, Temperatur und Aggregatzustand. Mit vollem Rechte dürfen wir daher erst dann die außerhalb des lebenden Körpers gewonnenen Resultate auf diesen selbst übertragen, wenn wir auch die Verbrennungswärme unter denselben physikalischen Bedingungen wie im Organismus bestimmen; andernfalls sind entsprechende Korrekturen vorzunehmen.

Unter den physikalischen Bedingungen ist zunächst das Volumen zu nennen. Bei der Verbrennung in der Berthelotschen Bombe bleibt es konstant, somit fällt jede äußere Arbeit fort. Spielt sich dagegen der Verbrennungsprozeß in einem offenen Gefäße ab, so wird damit in der Regel eine Volumänderung verbunden sein. Der Luftdruck wird überwunden oder umgekehrt, die Verbrennungsprodukte werden durch den Luftdruck zusammengepreßt: es wird eine positive oder negative Arbeit geleistet. So erhalten wir die Verbrennungswärme bei konstantem Druck, der noch ein zufälliger von den äußeren Bedingungen abhängiger Bestandteil anhaftet, der mit der Energie nichts zu tun hat.

Da im lebenden Organismus die Verbrennungsvorgänge natürlich nicht bei konstantem Volumen, sondern bei konstantem Druck stattfinden, so ist für die bei der Ausdehnung geleisteten Arbeit ebenfalls eine Korrektur anzubringen.

Stohmann und Langbein haben daher auch nach Berthelots Vorgang die mit der kalorimetrischen Bombe gewonnenen Ergebnisse immer auf konstantem Druck umgerechnet, doch liegen die Berichtigungen schon fast im Bereiche der unvermeidlichen Versuchsfehler, weshalb man heutzutage meistens davon absieht.

Die Energieentwicklung ist nun weiter bestimmt durch die Temperatur. Die Abhängigkeit läßt sich sofort in Zahlen ausdrücken, wenn wir kennen: die Wärmekapazität des Systems: Substanz + Sauerstoff vor der Verbrennung und nach der Verbrennung. Mit Hilfe eines Gedankenexperimentes, welches sich unmittelbar auf das Energiegesetz gründet, läßt sich zeigen, daß die Zunahme der Verbrennungswärme pro Celsiusgrad gleich ist dem Unterschiede der Wärmekapazitäten von Anfangs- und Endzustand. Also $\frac{dQ}{dt} = Ca - Ce$, wenn Q die Verbrennungswärme, t die Zeit, Ca die Wärmekapazität des Systems am Anfang und Ce die Wärmekapazität am Ende bedeutet. Nach den Berechnungen des Vortragenden erleidet der Brennwert aller bisher untersuchten Nährstoffe bei steigender Temperatur eine Verringerung; ebenso verhält sich auch der Harnstoff. Wie untenstehende Zusammenstellung zeigt, beträgt die Abnahme für eine Differenz von 20°, die etwa dem Unterschiede zwischen den Temperaturen im lebenden Körper und in der Bombe entspricht, 0,13—0,27%.

Abnahme der Verbrennungswärme in Prozenten für eine Temperatursteigerung von 20°:

| | |
|------------|------|
| Rohrzucker | 0,17 |
| Stärke | 0,16 |
| Eiweiß | 0,16 |
| Fett | 0,16 |
| Harnstoff | 0,27 |

Es handelt sich also auch hier durchweg um Größen, die jedenfalls beim gegenwärtigen Stand der Methodik vernachlässigt werden dürfen.

Neben Volumen und Temperatur ist endlich der Aggregatzustand von Einfluß auf den Energiewert.

Die Verbrennungswärme können wir nur an getrocknetem Material bestimmen. Mit der Entfernung des Wassers ändert sich aber der Energiegehalt. So hat das gequollene Eiweiß, wie wir es mit der Nahrung aufnehmen, einen geringeren Energiewert als das getrocknete. Umgekehrt kommt dem Harnstoff in gelöstem Zustande eine größere Spannkraft zu als in

wasserfreiem. Demnach müssen wir auch für die Quellungs-
wärme der Nahrungsstoffe ebenso wie für die Lösungswärme
des Harns Berichtigungen an dem experimentell ermittelten
Brennwert anbringen.

Von diesen Größen beansprucht die Quellungswärme
ein höheres Interesse. Nachdem Rodewald in Kiel dieselbe
bei der Stärke mit Hilfe des Eiskalorimeters ermittelt hatte,
habe ich, in ganzen seiner Versuchsanordnung folgend, die
entsprechenden Werte im Muskeleiweiß bestimmt. Für ein
Gramm trockene Substanz erhielt ich 28 kleine Kalorien, das
ist 0,5% der Verbrennungswärme.

Es geht also aus meinen Untersuchungen hervor, daß
alle die erörterten Fehler praktisch kaum ins Gewicht fallen
und daß das bisher geübte Verfahren befriedigende Resultate
liefert.

Anhangsweise gedenkt der Redner noch einer praktischen
Nutzanwendung der Quellungswärme. Van der Hoeve¹⁾ hat
die Quellungswärme in den Augenmedien unter verschiedenen
Bedingungen bestimmt. Sie nimmt ab auf Zusatz von Salzen,
ein Ergebnis, das sich voraussagen ließ, da die Lösungswärme
der meisten Salze negativ ist. Wie die Quellungswärme werden
sich in dieser Beziehung höchstwahrscheinlich auch alle übrigen
Erscheinungen verhalten, die mit der Quellung verbunden
sind. Ist es nun richtig, daß manche Arten von Star durch
Quellung verursacht wird, so darf man eine Besserung durch
Zufuhr von Salzen erwarten, immer natürlich unter der Voraus-
setzung, daß genügend Material ins Auge gelangt. Van der
Hoeve glaubt, die gute Wirkung des Jodkaliums bei gewissen
Arten von Star auf diesen Umstand zurückführen zu können.

Aufserordentliche Hauptversammlung am 27. Juni 1913.

Vorsitzender: Prof. Dr. Busz.

I Geschäftlicher Teil.

Beschlußfassung über Neuregelung des Verhältnisses zum
Naturhistorischen Verein der preußischen Rheinlande und West-
falens sowie über Herabsetzung der Mitgliederbeiträge.

1) van der Hoeve, Die Quellungswärme der Linsen-
substanz, Bericht über die 37. Vers. der ophthalmol. Ges., Heidel-
berg 1911.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande](#)

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: [70](#)

Autor(en)/Author(s): Krummacher

Artikel/Article: [Über Fehlerquellen bei der Energiemessung mit Anwendung auf den lebenden](#)

Organismus. B007-B010