Zur Kenntnis des intermediären Stoffwechsels.

Von Dr. Friedrich Holtz

(aus dem physiol.-chem. Institut der Universität Würzburg.)

Der pflanzliche und tierische Organismus benutzt als hauptsächlichstes Lösungs- und Transportmittel in seinem intermediären Stoffwechsel das Wasser. Extrahieren wir ein frisches Organ mit Wasser, so gewinnen wir neben anorganischen Salzen diejenigen organischen Verbindungen, die die Zwischenstufen der Assimilation und Dissimilation darstellen oder Endprodukte des Abbaus bilden. Die Kenntnis dieser Körper erlaubt uns, rückzuschließen auf die komplizierten chemischen Reaktionen, in deren Verlauf sie entstehen und vergehen, und so Vorstellungen zu gewinnen über den Gang des intermediären Stoffwechsels; die Klärung der letzteren rein durch Verfütterungs- und Durchströmungsexperimente wird vorläufig nicht vollwertige Resultate liefern; denn injizierte und verfütterte chemische Verbindungen erfahren nicht selten eine im allgemeinen andersartige Behandlung im lebenden Organismus, als wenn sie in der Zelle selbst im Gang des intermediären Stoffwechsels entstehen, um gleich weiter metamorphosiert zu werden. Es ist selbstverständlich, daß erst durch die vergleichende systematische Erforschung der Extraktstoffe der verschiedenen Pflanzen- und Tierarten eine tiefere Erkenntnis über den chemischen „Innenmechanismus“ zu erlangen ist.

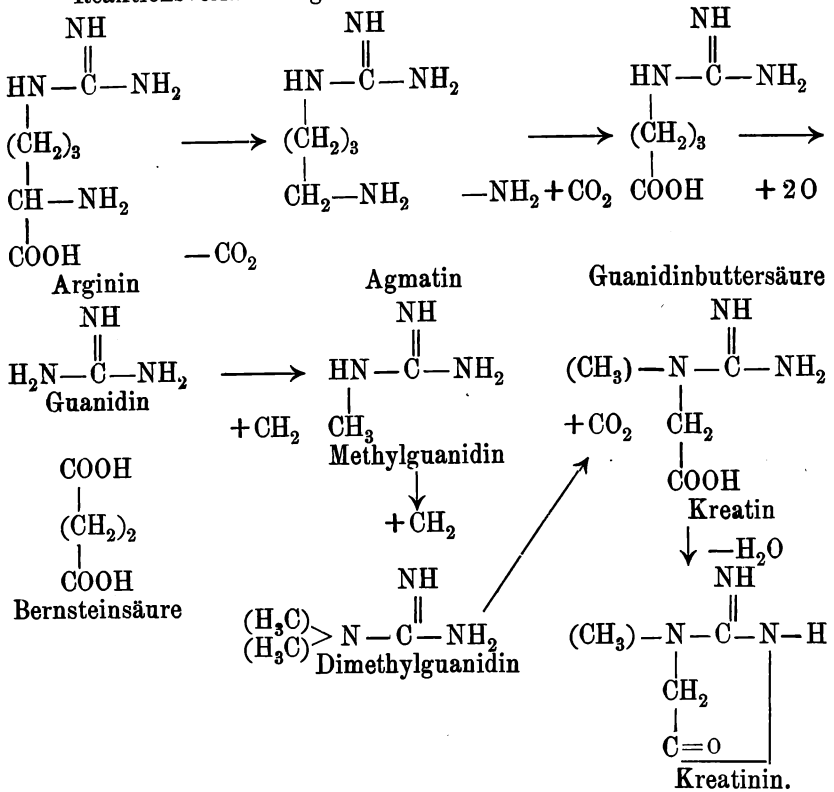
Nachdem schon durch Brieger, Frerichs, Henze, Kossel, Krukenberg, E. Schulze, Städeler und andere Vorarbeit geleistet worden war, wurde das große Thema in umfangreichem Maße von Friedrich Kutscher-Marburg im Jahre 1905 in Angriff genommen gemäß obiger Richtlinien mit Hilfe der von ihm ausgebauten Verarbeitungsmethode. Die Resultate seiner Arbeiten und der seiner Schüler (Achelis, Ackermann, Berlin, Engeland, Flößner, Holtz, Lohmann, Reinwein, Reuter, Suwa, Takeda, Thielmann) sind zum größten Teil veröffentlicht in der Zeitschrift für Physiol. Chemie und der Zeitschrift für Biologie. Trotzdem nunmehr 19 Jahre seit Beginn der Untersuchungen verflossen sind, stehen wir noch in den Anfangsstadien unserer Arbeit, und unsere Trennungsmethode befindet sich dauernd in der Weiterentwicklung.

Der Zweck der vorliegenden Mitteilung ist die Bekanntgabe von einigen Hypothesen und Schlüssen, die sich aus unsern bisherigen Resultaten ergeben.

Wenn wir die tabellarische Zusammenstellung der von uns in den verschiedenen Tieren aufgefundenen, sowie auch vermißten chemischen Körper übersehen, so fällt zunächst auf, daß sich die äußeren Merkmale, die dem Systematiker als Wegweiser bei seiner Arbeit dienen, wiederspiegeln in dem chemischen Aufbau der betreffenden Tierarten, und damit auch in ihrem Stoffwechsel. Als einfachstes Beispiel wähle ich das Vorkommen des Eiweißspaltproduktes Arginin und des ihm chemisch verwandten Muskelalkaloids Kreatin. Das Arginin kommt in freiem Zustand bei den Wirbeltieren nicht vor, abgesehen von dem Befund desselben im Hoden. Im Gegensatz zu den Vertebraten findet sich das Arginin bei den niederen Tieren fast überall; wir isolierten es aus Krebsen, Muscheln, Würmern, Insekten, Tintenfischen. Das Arginin wird bei den höheren Tieren vertreten durch das Kreatin bezw. dessen Anhydrid, das Kreatinin. In den untersuchten Extrakten der niederen Tiere (sowie auch der Pflanzen) konnte das Kreatin bisher nicht gefunden werden. Die Frage nach der Herkunft des Kreatins im Körper der Wirbeltiere, der dieses Alkaloid ja in außerordentlich hohem Maße enthält, ist sehr umstritten. Wir sind der Ansicht, daß das Kreatin als Oxydations- und Methylierungsprodukt des Arginins aufzufassen ist. Ein Beweis für die Richtigkeit dieser Hypothese würde erbracht sein, wenn es gelänge, die Oxydationsvorgänge im Muskel so weit herunter zu setzen, daß die mutmaßliche Muttersubstanz des Kreatins, das Arginin, nicht oder nur zögernd angegriffen wird. Dann müßte sich dieses statt des Kreatins in den Muskeln stapeln, während das Kreatin dagegen fehlen oder doch nur in sehr geringen Mengen neben dem Arginin auftreten würde. Einen derartigen Verlauf finden wir bei den niederen Tieren und in der Pflanze, bei denen sich die Oxydationsvorgänge äußerst träge und langsam abwickeln und dadurch nicht zu einem völligen Abbau führen. Daß wir es hier nicht mit zwei ganz verschiedenen Dingen, sondern mit einem Stehenbleiben des intermediären Stoffwechsels auf primitiver Stufe zu tun haben, zeigt uns die Chemie der Knorpelfische. Diese Tiere enthalten, im Gegensatz zu allen übrigen Vertebraten, außerordentlich wenig Kreatin; als wir die Embryonen dieser Tiere untersuchten, konnten wir zeigen, daß statt des Kreatins große Mengen Arginin sich vorgebildet finden. Es war dies der erste Schritt in das Gebiet der chemischen Ontogenese der Tiere, die uns vielleicht auch ein biogenetisches Grundgesetz in chemischer Hinsicht liefern wird.

Auch über die Art, wie der Abbau des Arginins zum Kreatin zu denken ist, liefern uns unsere Funde Aufschlüsse; es gelang uns, eine Reihe von Zwischenstufen des Abbaues aus verschiedenen Tierarten zu isolieren. Wir nehmen dabei wiederum an, daß der Abbau sich stufenweise vollzieht und bei den verschiedenen Tieren auf verschiedener Höhe halt macht.

Reaktionsverlauf Arginin—Kreatin:



Vorkommen der einzelnen Reaktionsprodukte:

Arginin: s. oben.

Agmatin: Spongien (bei Fehlen des Arginins), Sperma der Vertebraten.

Guanidinbuttersäure: Es existiert im menschlichen Körper ein Ferment, das speziell Guanidinbuttersäure spaltet, und aus dem Vorkommen dieses Fermentes kann man mit einiger Warscheinlichkeit auf das intermediäre Auftreten von Guanidinbuttersäure rückschließen.

Bernsteinsäure: Höhlenflüssigkeiten des Menschen.

Guanidin: Spongien.

Methyl-, Dimethylguanidin: Harnbestandteil, bei Tetanie vermehrt (Fehlen der Umwandlungsfähigkeit Diemethylguanidin — Kreatin in gewissen Graden?) — Der Harn gehört als die von der Natur selbst vorgenommene Extraktion der tierischen Abfallstoffe auch in das in Rede stehende Gebiet.

Kreatin, begleitet von Kreatinin: s. oben.

Die ausführliche Darstellung des Argininabbaues soll nur ein Beispiel unter vielen sein, wie es gelingt, Licht in das Gebiet der intermediären Stoffwechselketten durch unsere Ergebnisse zu bringen.

Ich streifte bereits kurz oben das Vorkommen von Arginin in Haiembryonen; parallel mit dem Arginin geht bis zu gewissem Gerade das Auftreten des Glykokollbetains, wie aus nachstehender Tafel ersichtlich ist.

	Beatin	Kreatin	Arginin
Säugetiere	—	+	—
Ausgewachsene Haie	0.7 ‰	wenig	—
Haiembryonen	12 ‰	—	+
Avertebraten	+	—	+
Pflanzen	+	—	+

Aus dieser Tabelle geht nun weiter eine Aehnlichkeit der chemischen Zusammensetzung der niederen Tiere und der Pflanzen hervor, die beide durch langsame Ausscheidung ihrer Stoffwechselprodukte ausgezeichnet sind.

Eine ganz besondere Eigentümlichkeit der Pflanzen ist das außerordentlich häufige Vorkommen von Methylierungsprodukten, die vielleicht teilweise als unschädlich gemachte Stoffwechselschlacken anzusprechen sind. Auch das Tier ist befähigt, zu methylieren; doch nimmt die Häufigkeit solcher Methylierungsprodukte mit steigendem Stammbaum ab. Als Beispiel seien erwähnt des Pflanzenalkaloids Trigonellin im Seeigel, des Trimethylaminoxyds bei den Selachiern, des Methylpyridylamoniumhydroxyds in Krebsen, Muscheln, Aktinien. Ferner gelang es uns, aus den Nesseltieren ein starkes Gift zu isolieren, das Tetramin (Tetramethylamoniumhydroxyd), in dem sich sogar 4 Methylgruppen vorfinden. Das Tetramin besitzt fast die gleiche Wirkung wie das indianische Pfeilgift Curare (Alkaloid der Strychnosarten) und wurde von uns auch als Curareersatz empfohlen.

Einen weiteren entwicklungsgeschichtlichen Befund bietet folgende Tabelle:

	Agmatin	Arginin
Säugetiermuskel	—	—
Säugetierhoden	+	+
Niedere Tiere	+	+

Es wäre denkbar, daß die Spermatozoen in ihrem Stoffwechsel den niederen Tieren gleichen.

Zusammenfassung.

1. Durch die systematische Erforschung der Extraktstoffe der Lebewesen gelingt es, die Zusammenhänge des intermediären Stoffwechsels zu klären.
2. Entsprechend den anatomischen Merkmalen können auch chemische Befunde als Merkmale bei der Systematisierung der Tiere dienen; besonderen Wert erlangt diese Tatsache bei der Klassifizierung von Brückentieren (z. B. Tunicaten).
3. Das biogenetische Grundgesetz gilt auch auf chemischen Gebiet.
4. In chemischer Hinsicht verwischt sich der Trennungsstrich zwischen Tier und Pflanze mehr und mehr, und zwar so, daß die chemische Verwandtschaft vieler niederer Tiere zu den Pflanzen größer erscheint als zu den Vertebraten.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen

Jahr/Year: 1922-1926

Band/Volume: 26

Autor(en)/Author(s): Holtz Johann Friedrich Ludwig

Artikel/Article: Zur Kenntnis des intermediären Stoffwechsels 33-36