

# Über die Eiweisskörper.

Von

**Dr. Richard Ritter v. Zeynek.**

---

Vortrag, gehalten den 1. März 1899.

*(Mit Demonstrationen.)*

Mit 1 Abbildung im Texte.



„Die Lebenskraft oder der rhodische Genius“ betitelt sich eine kleine, reizvolle Allegorie des jungen Alexander v. Humboldt, die im Jahre 1795 in Schillers „Horen“ erschien und später in Humboldts „Ansichten der Natur“ aufgenommen ist. In dieser Erzählung bemüht sich Humboldt, eine den Organismen eigenthümliche Kraft poetisch darzustellen, welche über die physikalischen wie über die chemischen Anziehungskräfte der Materie eine gewisse Herrschaft auszuüben vermag, und deren Walten das Leben des Organismus bedingt. Diese Kraft wird in der Person eines Genius von Rhodus allegorisiert, der bei erhobener Fackel den bekannten Naturkräften gebietet und dadurch das Gedeihen der Lebewesen ermöglicht; senkt der Genius die Fackel, so gewinnen die zerstörenden Kräfte der nichtbelebten Außenwelt die Herrschaft über den Organismus.

Dieses Werk bildet den poetischen Abschluss einer Zeitströmung, in welcher die Lehre von der Lebenskraft durch Jahrhunderte, von Aristoteles aufwärts, Naturforscher und Philosophen beschäftigt hatte; Humboldt selbst ist in späteren Jahren von seinem Glauben an eine solche Kraft abgekommen.

In diese Jahre fielen die wichtigsten Entdeckungen, welche die Grundlage der modernen Chemie und Molecularphysik bildeten. Bald schienen durch die Errungenschaften auf diesen Gebieten alle Schwierigkeiten, die das Leben der Organismen den Erklärungsversuchen bot, aus dem Wege geräumt, und die alte „Lebenskraft“ hatte nur mehr historisches Interesse. Es gelang im Laufe einiger Decennien mit Laboratoriumsmitteln eine größere Zahl von recht compliciert gebauten Stoffen aus den Elementen darzustellen, welche früher als der Thätigkeit der Organismen eigenthümlich betrachtet wurden. Die Zahl dieser Stoffe nahm bis zur Gegenwart außerordentlich zu; so kann man z. B. die Fette künstlich herstellen, allerdings würde ihr Preis ein horrender sein. Die letzte Entdeckung dieser Art, die von weittragender Bedeutung ist, war die Synthese der Zuckerarten durch E. Fischer.

Die für das Leben des Organismus wichtigsten Stoffe, die Proteinstoffe oder Eiweißkörper, aus ihren Grundstoffen ohne Mitwirkung des Organismus aufzubauen, ist aber bisher nicht gelungen; nach unseren Ansichten ist sogar die Frage nicht zu entscheiden, ob es überhaupt möglich sein wird, diese Körper so, wie sie im lebenden Organismus vorkommen, allein mit Laboratoriumsmitteln herzustellen.

Wenn ich es wage, heute eines der compliciertesten und noch lange nicht geklärten Gebiete der physiologischen Chemie, die Chemie der Eiweißkörper oder Proteinstoffe, zum Gegenstand der Besprechung zu wählen, geschieht es, weil dieses Gebiet momentan in den Vorder-

grund des wissenschaftlichen, auch des wirtschaftlichen Interesses gerückt ist. Die Eiweißkörper bilden schon der Menge nach den Hauptbestandtheil der festen Stoffe in allen Organismen; das Fleisch, das Blut, Knorpel, Haut, das Protoplasma der Pflanzenzellen bestehen im wesentlichen aus Eiweißkörpern, Wasser und einigen Salzen. Die Eiweißkörper sind ferner direct lebenswichtige Bestandtheile aller Organe.

Auch für die Ernährung der höheren Organismen (abgesehen von Pflanzen) sind sie unbedingt nothwendig. Aus alledem ist ihr Name zu erklären:  $\pi\rho\omega\tau\epsilon\beta\omega$ , d. h. ich nehme den ersten Rang ein. Die Proteinstoffe sind es ferner, welche, wohl in Verbindung mit anderen Substanzen, den Organismus befähigen, die vielfachen Reactionen durchzuführen, welche wir in ihrer Gesamtheit unter dem Namen „Stoffwechsel“ zusammenfassen, und welche die thierische Wärme liefern, wie die Kraftquellen für die Leistungen des Organismus darstellen; speciell eine Gruppe von Proteinstoffen, die sogenannten Enzyme, veranlassen bei Körpertemperatur eingreifende Spaltungen (Zersetzungen) organischer Stoffe, die wir mit allen unseren Laboratoriumsmitteln selten so glatt erzielen können. Und wie verschieden ist die Art und Weise der Durchführung solcher Zerlegungen von complicierten Stoffen in einfachere: der Organismus arbeitet fast unmerkbar, seine Temperatur erhöht sich kaum; im Laboratorium müssen zur Erreichung solcher Spaltungen überhitzter Wasserdampf, Säuren oder Laugen verwendet werden. Bei näherer Betrachtung dieser Spaltungsprocesse ergibt

sich aber, dass wir künstlich nur rohe Mittel, wenn sie auch „heroisch“ wirken, anwenden können, dass der Organismus aber sich des Compliciertesten bedient, was unter den chemischen Stoffen besteht, für seine fast spielende Arbeitsleistung in Bezug auf chemische Veränderungen: eben der Eiweißkörper.

Mit dem Namen Eiweißkörper oder Proteinstoffe bezeichnet man eine Anzahl von Verbindungen, welche alle durch eine größere oder geringere Ähnlichkeit mit dem Hauptbestandtheil des Vogeleies (Albumen) ausgezeichnet sind, und die im wesentlichen aus fünf Grundstoffen bestehen: aus Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Schwefel.

Die Bildung der Eiweißkörper aus den Elementen erfolgt nur bei den Pflanzen. Man weiß betreffs der Materialien, dass der Stickstoff von dem Ammoniak oder der Salpetersäure des Bodens geliefert wird. Da diese beiden in größeren Mengen den Pflanzen schädlich sind, so speichert sie die Pflanze in entsprechenden Verbindungen auf, und zwar in Amidosäuren oder Säureamiden (Asparagin, Glutamin), das sind Verbindungen organischer Säuren mit Ammoniak, die unter Wasseraustritt erfolgen, aus welchen durch weitere Einwirkung stickstoffreicher Körper, wahrscheinlich von Zuckerarten, Eiweißkörper gebildet werden. Der Thierkörper kann zwar Eiweiß aus einfacheren Verbindungen erzeugen, doch scheinen nur die Bruchstücke, welche aus dem Eiweiß der Nahrung stammen, ein zum Aufbau (zur Synthese) im thierischen Organismus geeignetes Material zu sein.

Die ersten systematischen Untersuchungen über Eiweiß hat Mulder in den Jahren 1837—1842 angestellt; er war der Ansicht, dass sämmtlichen Eiweißkörpern ein und dieselbe aus Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehende Substanz, welche er Protein nannte, als wesentlicher Bestandtheil zugrunde liegt. Bei eingehender Untersuchung, besonders durch Liebig und seine Schule, erwies sich diese Annahme als irrig, und für die so einfach erscheinende Frage nach der Zusammensetzung des Proteins gab es keine Lösung, denn ein Protein existiert nicht.

Wie schon erwähnt, sind die wesentlichen Bestandtheile der Eiweißkörper Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Schwefel; die Mengenverhältnisse derselben weisen bei den einzelnen Eiweißstoffen keine großen Verschiedenheiten auf. Als Mittelwerte aus den meisten Analysen können folgende Zahlen angenommen werden:

Kohlenstoff . . .	52	Procent
Stickstoff . . .	16	„
Wasserstoff . . .	7	„
Sauerstoff . . .	23	„
Schwefel . . .	2	„
	<hr/>	
	100	Procent.

Es gibt jedoch Eiweißstoffe, welche außer diesen Elementen andere enthalten; so ist der rothe Blutfarbstoff oder das Hämoglobin durch einen Eisengehalt ausgezeichnet, das Casein oder der Käsestoff der Kuhmilch und die sogenannten Nucleine sind phosphorhaltig, andere Protein-

stoffe enthalten nicht unbeträchtliche Mengen organischer Salze.

Zur Orientierung über die wichtigsten Eigenschaften der Proteinstoffe sollen nun an einigen Repräsentanten die Methoden zur Darstellung reiner Eiweißkörper und die wichtigsten Reactionen derselben besprochen werden.

Im Weißen des Hühnereies findet sich in etwa zehnprocentiger Lösung ein Eiweißkörper, das Eieralbumin, nach welchem die ganze Gruppe der Eiweißstoffe ihren Namen erhalten hat. Wird eine Lösung des rohen Hühner-eiweißes mit schwefelsaurem Ammonium gesättigt, so fällt das Eieralbumin in feinen, weißen Flocken heraus. Diese Flocken sind leicht filtrierbar und lösen sich in Wasser wieder zu einer klaren Flüssigkeit. Durch den Zusatz von schwefelsaurem Ammon wird das Eieralbumin bei Zimmertemperatur nicht verändert. — Im allgemeinen zeigen die meisten Eiweißkörper die Eigenschaft, durch Sättigung ihres Lösungsmittels mit verschiedenen Salzen, wie schwefelsaures Natrium, schwefelsaures Magnesium, einige durch Chlornatrium etc., ohne Veränderung ihrer Zusammensetzung gefällt zu werden. Durch vorsichtige Behandlung von reinen Eiweißlösungen mit schwefelsaurem Ammonium ist es Hofmeister gelungen, an Stelle der flockigen Fällung mikroskopisch kleine Krystalle von Eieralbumin zu erhalten. Wird eine reine Lösung von Eieralbumin, die nur noch geringe Mengen von Salzen enthält, auf etwa 60° C. erwärmt, so gerinnt das Eiweiß; bei etwas concentrirteren Lösungen geseht die ganze Flüssigkeit, wie dies beim Hartkochen der Eier



geschieht, zu einer festen Masse. Die geronnene Masse zeigt aber nicht mehr alle Eigenschaften des Eialbumins, sie ist vielmehr schon ein Veränderungsproduct desselben. Weingeistzusatz hat die gleiche Wirkung wie die Wärme.

Wird eine Eialbuminlösung mit Kalilauge versetzt und hierauf eine verdünnte Auflösung von Kupfervitriol zugegeben, so färbt sich die Flüssigkeit violettroth; diese Reaction findet sich bei allen Eiweißkörpern und ist unter dem Namen der Biuretreaction bekannt.

Eine große Zahl von Salzen der schweren Metalle bewirkt Fällungen in Eiweißlösungen, z. B. Quecksilberchlorid, Bleizucker. Hierauf beruht die Anwendung von Eiweißlösungen als Gegengift bei Metallvergiftungen.

Im Blute findet sich eine größere Anzahl von verschiedenen gebauten Eiweißkörpern. Wird frisch entnommenes Blut rasch zerrührt, so scheidet sich spontan ein Eiweißkörper, das Blutfibrin, ab. Nach Entfernung desselben senken sich beim ruhigen Stehen der Flüssigkeit die bekannten rothen Blutkörperchen zu Boden, über denselben bleibt eine gelbe Flüssigkeit, das Blutserum, aus welcher schwefelsaures Magnesium eine als Globuline bezeichnete Gruppe von Eiweißkörpern fällt. Durch Eintragen von schwefelsaurem Ammon in das Blutserum lassen sich mehrere krystallisierte Eiweißkörper gewinnen, die als Serumalbumine bezeichnet worden sind. Aus den Blutkörperchen geht schließlich durch Behandeln derselben mit destilliertem Wasser von 40 ° C. ein schön rothgefärbter Eiweißstoff in Lösung, welchem das Blut seine Farbe verdankt, das Hämoglobin. Dieser lässt sich

aus concentrirteren Hämoglobinlösungen durch Zusatz von  $\frac{1}{4}$  Volumen Weingeistes und folgendes Einkühlen krystallisiert zur Abscheidung bringen. Er unterscheidet sich von den übrigen Eiweißarten insbesondere durch seinen Eisengehalt.

Die Serumalbumine zeigen in ihrem chemischen Verhalten keine wesentlichen Unterschiede gegenüber dem Eieralbumin.

Der Hauptbestandtheil aller Muskeln ist ein Eiweißkörper, der durch 10procentigé Chlorammoniumlösung aus den Muskeln ausgezogen und aus diesen Lösungen durch Eintragen von Kochsalz abgeschieden wird. Er heißt Myosin und gehört zu der Gruppe der Globuline. Diese Eiweißkörper sind in Wasser unlöslich, aber in verdünnten Salzlösungen löslich, durch Erhöhung der Salzconcentration werden sie wiederum aus der Flüssigkeit abgeschieden (gefällt). Bei circa  $60^{\circ}$  C. gerinnen Myosinlösungen. Nebenbei sei erwähnt, dass wir in unserer Fleischnahrung zum größten Theile Muskel essen, dass also Myosin eines unserer wichtigsten Nahrungsmittel darstellt.

Eine sehr eiweißreiche Flüssigkeit stellt die Milch dar. Der wichtigste Eiweißkörper derselben, der Käsestoff oder das Casein, kann aus ihr durch Zusatz von Essigsäure ausgeschieden werden; das Casein ist ausgezeichnet durch einen Gehalt an Phosphor. Das Casein verhält sich wie eine starke Säure, es treibt aus den kohlensauren Salzen die Kohlensäure aus und verbindet sich mit den Basen. Die Caseinlösungen coagulieren beim

Erwärmen nicht, anscheinend bleibt das Casein dabei unverändert.

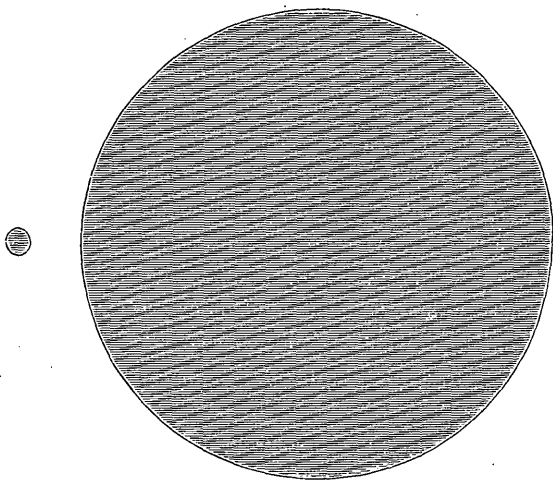
Diese Repräsentanten aus der Eiweißgruppe mögen genügen; es soll nur darauf hingewiesen werden, dass die Hauptbestandtheile von den Sehnen, der Haut, Haaren, Leim, Seide, den Badeschwämmen Proteinstoffe sind. Zur wissenschaftlichen Untersuchung liegt die Hauptschwierigkeit darin, aus dem angeführten Rohmaterial ohne Zersetzung der Eiweißkörper die Verunreinigungen zu entfernen und erstere in reinem Zustande abzuschneiden.

Von allen näher untersuchten chemischen Stoffen unterscheiden sich die Eiweißkörper durch die enorme Größe ihres Molecüls. Während in den Gasen wie Wasserstoff, Sauerstoff 2 Atome zu einem Molecül zusammentreten, enthält ein Molecül Hämoglobin circa 2000 Atome. Hüfner hat für das Hämoglobin aus Hundeblood die Formel  $C_{636} H_{1025} N_{164} Fe S_3 O_{181}$  berechnet, sie entspricht einem Moleculargewicht von etwa 14.000, das Gewicht eines Atoms Wasserstoff = 1 angenommen.

Bekanntlich versteht man unter Atom die Grenze der chemischen Theilbarkeit, während man die kleinsten Theilchen eines Körpers, die selbständig existieren können, als Molecüle bezeichnet. Atome und Molecüle sind so klein, dass sie sich unserer Beobachtung entziehen, ihre Größe und ihr Gewicht kennt man noch nicht genau. Um aber rechnerisch mit Atom und Molecül operieren zu können, bezieht man sich auf die Gewichte von gleichen Moleculmengen verschiedener Körper. Als Vergleichseinheit dient der Wasserstoff. Die Moleculargewichte sind also

Verhältniszahlen; das Moleculargewicht des Wasserstoffes wird  $= 2$  gesetzt, entsprechend sein Atomgewicht  $= 1$ . Moleculargröße heißt die Anzahl der Atome in einem Molecül.

Um einen annähernden Begriff von dem Größenverhältnis des Wasserstoffmolecüls zu dem Hämoglobinmolecül zu geben, stellt beistehende Zeichnung die größten Kreise zweier Kugeln dar, welche in ihrem Inhalte den Moleculargewichten der beiden genannten Körper entsprechen.



So etwa dürften die Größenverhältnisse der beiden Molecüle sich gestalten unter der Voraussetzung, dass alle Atome des Eiweißmolecüls die möglichst geringe Ent-

fernung von einander einnehmen. Da letzteres aber sicher nicht der Fall ist, so muss in Wirklichkeit der Größenunterschied beider Molecüle ein noch viel bedeutenderer sein. Das Moleculargewicht des Eieralbumins wurde von Sabanejeff zu etwa 15.000, das eines Eiweißkörpers der Linse des Auges, des Krystallins, von Grübler zu etwa 9000 ermittelt, sämmtlich Zahlen, welche die Moleculargewichte anderer chemischer Verbindungen weit aus überragen. Für das Krystallin hat Bunge eine Formel aufgestellt auf Grund der Elementarzusammensetzung und unter Berücksichtigung der Grübler'schen Moleculargewichtsbestimmung, sie lautet:  $C_{292} H_{482} N_{90} O_{83} S_2$ .

Diese Größe des Eiweißmolecüls bewirkt ein Verhalten, welches man als *colloid* bezeichnet. Der Name führt von  $\alpha\lambda\lambda\alpha$ , der griechischen Bezeichnung für Leim, her. Man bezeichnet damit das Unvermögen von Molecülen der angegebenen Größe, die feinen Poren der thierischen Membranen zu passieren.

Derartige Membranen sind z. B. das Pergament, die Rindsblase des Handels, der Darm; es sind die meisten Membranen des thierischen und pflanzlichen Organismus hier hereinzuzählen. Für Experimente besonders geeignet ist das künstliche Pergamentpapier, welches durch Behandlung von Filtrierpapier mit Schwefelsäure gewonnen wird, und das sich wie eine Membran verhält.

Die Eigenthümlichkeit dieser Membranen ist, dass sie, einseitig benetzt, Flüssigkeiten nicht durchlassen.

Bringt man in ein Gefäß, dessen Boden aus Perga-

mentpapier oder einer ähnlichen Membran besteht, eine Salzlösung, so geht dieselbe auch nicht spurenweise durch die feinen Poren der Membran durch. Wird dieses Gefäß nun in ein zweites gestellt, welches mit reinem Wasser gefüllt ist, so beginnt eine Strömung in beiden Flüssigkeiten, welche als Dialyse bezeichnet wird, und die solange andauert, bis die Konzentrationsunterschiede der beiden Flüssigkeiten aufgehoben sind. Proteinstoffe hingegen können die Pergamentwand nicht passieren.

Dass diese Eigenschaft derselben für den Organismus sehr wertvoll ist, braucht nicht weiter ausgeführt zu werden, die Eiweißkörper können, selbst wenn sie gelöst sind, nicht bestimmte, von Membranen abgegrenzte Bahnen verlassen. Wohl aber bilden die Membranen des Organismus kein Hindernis, sobald das große Eiweißmolekül in seine Theile zerfallen ist. Die kleinen Moleküle der Zerfallsproducte werden anstandslos die thierischen Membranen passieren können.

Im Laboratorium kann man durch Dialyse die Eiweißkörper leicht von gelösten Verunreinigungen trennen; es ist besonders interessant, dass dadurch einige ihrer Eigenschaften verändert werden. So gerinnt eine Eieralbuminlösung, welche anhaltend gegen reines Wasser dialysiert ist, weder durch Alkohol, noch beim Kochen, ein geringer Salzzusatz bewirkt aber wieder beide Reactionen.

Wir dürfen uns nicht vorstellen, dass die Eiweißkörper in den Organismen todte Massen darstellen; wie der ganze Organismus, so ‚lebt‘ auch eine jede Zelle desselben,

und gerade derart große Molecüle wie die der Proteinstoffe sind besonders geeignet, Veränderungen einzugehen. Die Eiweißkörper sind bei den Stoffwechselprocessen, welche die thierische Wärme liefern, recht lebhaft theiligt. So werden sie schon bei der Verdauung zerlegt, um durch die Darmwände in den Saftkreislauf gelangen zu können. Die Körper, welche die Spaltung der großen Eiweißmolecüle bewirken, sind selbst Proteinstoffe, unter dem Namen der „ungeformten Fermente“ bekannt. Über ihre chemische Constitution weiß man noch nichts Sicheres, denn ihre Reindarstellung ist mit großen Schwierigkeiten verbunden, und die Ausbeute an halbwegs reinen Körpern ist eine relativ geringe. Doch können wir auch mit Hilfe der unreinen Präparate außerhalb des Organismus das Schicksal der Eiweißkörper, die als Nahrung aufgenommen werden, verfolgen und haben durch solche Studien wertvolle Daten über den Aufbau der Eiweißmolecüle erhalten. Die Zersetzungsproducte, welche dabei unter Aufnahme der Bestandtheile des Wassers entstehen, sind noch immer ziemlich compliciert zusammengesetzt und haben meist noch viele Eigenschaften der eigentlichen Eiweißkörper bewahrt; die zuerst entstehenden Körper bezeichnet man als Albumosen, die schließlich bei anhaltender Fermentwirkung entstandenen als Peptone.

Einige Fermente sind jedoch im Stande, das Eiweißmolecül in noch kleinere Bestandtheile zu zerlegen, zum Beispiel das Trypsin, ein Ferment, welches die Bauchspeicheldrüse liefert.

Es soll nur erwähnt werden, dass die Proteinstoffe bei Gegenwart von Wasser sehr fäulnisfähig sind; die dabei entstehenden Producte sind je nach der Art der Fäulniserreger recht verschieden.

Rascher und tiefer eingreifend gelingt die Zerlegung der Proteinstoffe, auch unter Wasseraufnahme, durch unsere gewöhnlichen Laboratoriumsmittel: überhitzten Wasserdampf, Säuren und Laugen. Dabei entstehen braune, theerige Flüssigkeiten, die lange Zeit die Ursache waren, dass niemand es unternehmen wollte, die Zersetzungsproducte zu isolieren.

Im Jahre 1873 gelang es Hlasiwetz und Habermann in Wien, zu zeigen, dass man durch geeignete Behandlung der Flüssigkeiten, welche beim Kochen von Eiweißkörpern mit Salzsäure erhalten werden, die färbenden Stoffe entfernen und krystallisierte Substanzen erhalten könne; alsbald wurden mehrfach an verschiedenen Eiweißkörpern von Horbaczewski die Spaltungsproducte studiert.

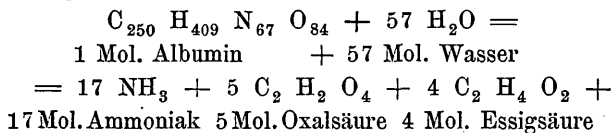
Man kann zwar nicht a priori annehmen, dass die so isolierten Körper in dem großen Eiweißmolecül vollständig vorgebildet sind; aber man muss sich nothwendig denken, dass in dem großen Eiweißmolecül zahlreiche kleine Verbände existieren, die ein festeres Gefüge besitzen und deshalb bei diesen Zersetzungen der Eiweißkörper nach Lösung der lockeren Bindungen als Spaltungsproducte auftreten.

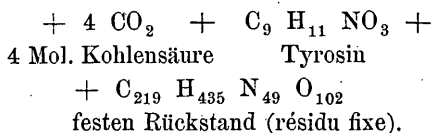
Als Spaltungsproducte wurden Schwefelwasserstoff und Ammoniak, ferner Asparaginsäure, Glutaminsäure,



Leucin und Tyrosin nachgewiesen. Die letztgenannten vier Körper sind Verbindungen von Säuren mit Ammoniak, die unter Wasseraustritt sich bilden, man bezeichnet sie als Amidosäuren; sie sind gut krystallisierende Substanzen, deren Krystalle bei entsprechender Concentrierung der Mutterlaugen leicht zu gewinnen waren. Erst im Jahre 1889 untersuchte Drechsel die Mutterlaugen, aus welchen die Amidosäuren möglichst auskrystallisiert waren, auf die Gegenwart anderer Substanzen; es gelang ihm, zwei bis dahin unbekannte basische Körper zu isolieren, welche er Lysatin und Lysatinin nannte. Beide liefern beim Sieden mit Barytwasser Harnstoff und eine Lysin genannte Base. Dieser Fund ist von außerordentlicher Wichtigkeit, weil er lehrt, dass durch bloße Wasseraufnahme (Hydrolyse) ohne Oxydation aus dem Eiweiß Harnstoff gebildet werden kann. Noch später sind zwei andere Basen, nämlich Histidin und Arginin gefunden worden. Eine Formel aus diesen Daten aufzustellen, war bislang nicht möglich.

Einen zweiten Weg schlug 1875 Schützenberger in Paris ein: er versuchte das Eiweißmolecül durch Erhitzen mit Barytwasser in seine Componenten zu zerlegen. Schützenberger fasst die Resultate, welche er erhielt, wenn Eiweiß mit Barytwasser bei 100° behandelt wurde, in folgende Formel zusammen:





Das Moleculargewicht des Eiweißes ist hierbei, indem der Schwefelgehalt desselben als Sauerstoff in Rechnung gebracht wurde, zu 5691 gerechnet worden, ohne Rücksicht darauf, ob diese Zahl nicht, um dem wirklichen Moleculargewicht des Eiweißes zu entsprechen, verdoppelt oder verdreifacht werden müsste.

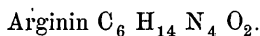
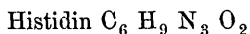
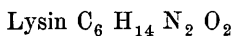
In der Annahme, dass das eigentliche Eiweißmolecül aus 2—3 gleichen Componenten besteht, würde die mitgetheilte Formel ihre Giltigkeit durch Multiplication mit dem betreffenden Factor bewahren. Der feste Rückstand ferner, dem Schützenberger eine so abenteuerlich aussehende Formel zugeschrieben hat, besteht aus Amidosäuren, zu  $\frac{3}{4}$  aus Substanzen, welche Schützenberger Glycoproteine nennt, der Rest sind leucinähnliche Verbindungen (Dileuceine). Schützenberger fasst seine Untersuchungen in den Satz zusammen, dass der eigentliche Kern des Eiweißmolecüls durch das abgespaltene Ammoniak und die Kohlensäure gebildet werde. In der gefundenen Menge entsprechen sie einer Mischung von Oxamid und Carbamid (Harnstoffe), welche beide Substanzen beim Kochen mit Barytwasser glatt zu Kohlensäure und Ammoniak zerfallen. Die anderen von ihm gefundenen Substanzen wären um diesen „Kern“ in lockerer Bindung gruppiert.

Im vergangenen Jahre ist die Publication einer der bedeutendsten Arbeiten über die Constitution des Eiweiß-

molecüls erfolgt. Kossel in Marburg hat bei der Fortführung von Arbeiten des verstorbenen Miescher sich mit der Untersuchung der einfachsten bisher bekannten Eiweißkörper, der Protamine, die aus Organen von Fischen gewonnen werden, beschäftigt. Die Protamine sind basische, in Wasser schwer lösliche Substanzen, deren Schwefelsäureverbindungen in Form weißer Pulver relativ leicht darstellbar sind. Über ihre Moleculargröße ist noch nichts bekannt.

Werden die Protamine nun mit verdünnter Schwefelsäure zum Sieden erhitzt, so entstehen aus ihnen unter Wasseraufnahme als alleinige Spaltungsproducte drei Basen: Arginin, Histidin und Lysin, welche auch bei der Spaltung anderer Eiweißkörper mit Säuren erhalten worden sind.

Kossel bezeichnet sie als Hexonbasen, da sie im Molecül je 6 Atome Kohlenstoff enthalten; ihre Formeln sind:



Es verdient hervorgehoben zu werden, dass auch die Zuckerarten, welche wichtige Bestandtheile der Organe und besonders der Nahrung höherer Thiere bilden, sechs Kohlenstoffatome oder ein Vielfaches davon im Molecül enthalten.

Bisher hatte man bei den Betrachtungen über die Constitution der Eiweißkörper die Aufmerksamkeit meist

nur auf die Amidosäuren als die charakteristischsten Spaltungsproducte gerichtet. Da man wohl die Protamine als die einfachsten Proteinstoffe betrachten muss, erscheinen die basenbildenden Gruppen als der eigentliche Kern des Eiweißmolecöls; an diese Gruppen fügen sich dann die anderen, speciell die Amidosäuren, in lockerer Bindung an. Mehrere solche Atomcomplexe können dann wieder durch die Gruppen, welche bei der Spaltung Kohlensäure und Ammoniak liefern, vereinigt werden. Auf Grund systematischer Untersuchungen der Art könnte man in der That eine rationelle Classification der Eiweißkörper ermöglichen.

Schon vor Jahren wurde von Krukenberg die Annahme gemacht, dass den Eiweißkörpern eine Verbindung von sechs Kohlenstoffatomen als „Kern“ zugrunde liege; dieser Forscher hat als den eigentlichen Kern des Eiweißmolecöls eine bei der Spaltung Zucker liefernde Gruppe angesehen. Es ist thatsächlich wiederholt versucht worden und auch gelungen, aus Eiweißkörpern Zucker zu gewinnen; diese Experimente haben nunmehr theoretisch ein geringes Interesse, wohl aber sind sie für den Praktiker interessant, weil bei einer Krankheit, dem Diabetes, in schweren Fällen durch Eiweißzerfall Zucker gebildet wird. —

Bei allen diesen Betrachtungen ist das eine fast unberührt geblieben, dass die in den Organismen vorkommenden Proteinstoffe ständig noch andere Grundstoffe enthalten, die beim Erhitzen nicht flüchtig sind und in der Asche zurückbleiben. Nach den zahlreichen Erfah-

rungen, die man über das Vorkommen der Aschenbestandtheile in den Eiweißkörpern gemacht hat, sind erstere als integrierende Bestandtheile des Organeiwisses anzusehen und nicht vielleicht als Verunreinigungen. Wir wissen auch, dass bei den Fermentwirkungen die sogenannten organischen Stoffe eine wichtige Rolle spielen, dass der Eiweißzerfall ohne deren Mitwirkung nur mangelhaft vor sich geht. Daraus folgt aber direct, dass das Eiweißmolecul, wie es im lebenden Organismus existiert, noch viel größer ist als das, welches bei den Versuchen, reines, womöglich krystallisiertes Eiweiß darzustellen, erhalten wird.

Diese Thatsachen gestalten die Frage nach der Constitution des Eiweißes, wie es in den Organismen vorkommt, zu einer schwierigeren, als diese Frage ohnehin heute geschildert wurde.

Noch schwieriger stellt sich nun die zweite Aufgabe dar, künstlich Eiweiß aus seinen Componenten aufzubauen. Es sind wiederholt Körper dargestellt worden, welche einige Eigenschaften mit Eiweißkörpern gemeinsam haben, doch sind diese Versuche zur Synthese eiweißartiger Körper noch weit entfernt von der künstlichen Darstellung von Eiweißkörpern.

Allein, selbst wenn es gelänge, Eiweißkörper künstlich darzustellen, es gienge ihnen noch immer die Structur, das specifische Gefüge ab, welches die Organe als „organisierte Materie“ auszeichnet. Durch chemische und physikalische Kräfte ist die Planmäßigkeit des Aufbaues der Organe scheinbar

nicht zu erklären.<sup>1)</sup> So lebt nun wieder das Gespenst der Lebenskraft auf.

Gegen diese neuerliche Annahme einer besonderen Lebenskraft erhoben sich alsbald bedeutende Männer aus den Reihen der exacten Naturforscher. So bemerkt Robert Mayer, der Entdecker des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft im Jahre 1867: „Da wir in einem chemischen Prozesse, in dem Stoffwechsel, einen vollwichtigen Grund von dem Fortbestande lebender Organismen erblicken, so müssen wir gegen die Aufstellung einer besonderen Lebenskraft, um solche Erscheinungen zu erklären, Protest erheben.“

In diesem Streite schafft die beschreibende Naturwissenschaft Licht. Darwins Erkenntnis von der Vererbung der individuellen Eigenthümlichkeiten lehrt uns, dass für die Entwicklung der Organismen kein physikalisch zwingendes Gesetz vorliegt; statt Producte einer schaffenden Lebenskraft sind die Organismen eben nur Wahrscheinlichkeitsphänomene, die zu ihrer Entwicklung aus den Urformen der organisierten Materie eine lange Reihe von Generationen gebraucht haben. Hier bei der Urform also müsste das Experiment einsetzen; die Entstehung dieser fällt aber in eine Zeit zurück, von der wir uns keine Rechenschaft geben können. Wir wissen nicht, wie hoch damals die Temperatur der Erdoberfläche gewesen sein mag, welches die Zu-

---

<sup>1)</sup> Vgl. Hüfner, Über die Entwicklung des Begriffes Lebenskraft, 1873.

sammensetzung der Atmosphäre u. dgl., welche Bedingungen alle zusammengewirkt haben mögen, um die Entstehung „organisierter Materie“ aus organischen Stoffen zu ermöglichen. Heute ist ja fast alles, was in der Natur an organischen Stoffen vorgefunden wird, Product des thierischen oder pflanzlichen Lebens. Das Problem des Homunculus, über welches Goethe im „Faust“ spottet, wird uns wohl lange noch ein Räthsel bleiben.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Zeynek Richard Ritter von

Artikel/Article: [Über die Eiweisskörper. 345-367](#)