

## XXXVIII. Eiweissarten; Thierchemie.

Eine ausführlichere Besprechung der für die Thierchemie und die physiologische Chemie wichtigen, im Thierkörper sich findenden, seither nicht erwähnten Substanzen ist hier nicht beabsichtigt, da dieselben zum grossen Theil in chemischer weniger gut als wie in physiologischer Beziehung bekannt sind.

Erwähnt seien: die Eiweisskörper, die Albuminoide, beide auch als Proteine bezeichnet, und verschiedene Körper des intermediären Stoffwechsels.

## A. Eiweisskörper (Albumine).

(Vgl. *Drechsel*, Art. „Eiweiss“ in *Ladenburg's* Neuem Handwörterbuch.)

Die Eiweisskörper bilden den wesentlichsten Bestandtheil des Organismus. Sie finden sich im Protoplasma und in allen Ernährungsflüssigkeiten des Körpers. In Lösung sind sie optisch (—) activ und diffundiren nicht durch Pergamentpapier (Colloide); sie werden meist gefällt durch Erhitzen, durch starke Mineralsäuren, durch viele Metallsalze (Kupfersulfat, Bleiessig, Quecksilberchlorid), Alkohol, Gerbsäure, Essigsäure und wenig Ferrocyankalium, u. s. f. Durch Kochen mit Salpetersäure werden die Eiweisskörper gelb gefärbt (Xanthoproteinreaction); mit einer salpetrigsäurehaltigen Lösung von Mercurinitrat (*Millon's* Reagens) gekocht, tritt eine rothe, mit Natronlauge und sehr wenig Kupfersulfat violette Färbung ein.

Die Eiweissarten verbinden sich sowohl mit Säuren wie mit Alkalien (Acid- und Alkalbuminate, s. u.).

Sie sind schwer in reiner Form zu erhalten; indess sind manche rein dargestellt worden. Sie krystallisiren nicht, mit Ausnahme des Eiweisses, welches in Hanf-, Ricinus- und Kürbissamen vorkommt (B. 15, 953) und des neuerdings krystallinisch erhaltenen Eieralbumins (B. 24, R. 469; 25, R. 173).

Die verschiedenen Eiweissarten weichen in ihrer procentischen Zusammensetzung nur wenig von einander ab; sie enthalten:  
C 52,7 bis 54,5 Proc., H 6,9 bis 7,3 Proc., N 15,4 bis 16,5 Proc.,  
O 20,9 bis 23,5 Proc., S 0,8 bis 2,0 Proc.

Eine Formel ist aus diesen Zahlen zur Zeit nicht aufstellbar. Bemerkenswerth ist der *Schwefelgehalt* des Eiweisses, dessen Bindungsform unbekannt ist; er wird schon beim Erwärmen mit verdünnten Alkalien theilweise eliminirt, so dass beim Kochen von Eiweiss mit alkalischer Bleioxydlösung Schwefelblei abgeschieden wird (Schwefelprobe im Eiweiss).

Die Eiweisspräparate zeigen meist einen oft sehr beträchtlichen Aschengehalt (anorganische Salze). Es ist noch unentschieden, inwieweit derselbe einen integrierenden Bestandtheil dieser Substanzen ausmacht; jedenfalls besitzt z. B. „aschefreies Eialbumin“ wesentlich andere Eigenschaften als das gewöhnliche (B. 25, 204).

Andeutungen über die *Constitution* der Eiweissarten giebt ihr Verhalten bei der Spaltung durch Säuren (zumal bei gleichzeitiger Anwesenheit von Zinnchlorür) oder durch Barytwasser. Hierbei entstehen ausser Ammoniak und Kohlensäure hauptsächlich Aminosäuren, und zwar sowohl der Fettreihe [Glycocoll, Leucin, Asparaginsäure, Glutaminsäure, „Leucein“,  $(C_4H_7NO_2)_x$ ] (B. 19, Ref. 30), „Lysin“,  $C_6H_{14}N_2O_2$  (wahrscheinlich Diaminocaprinsäure, B. 28, 3189), wie aromatische Aminosäuren (Phenylaminopropionsäure und Tyrosin).

Erwähnenswerth ist die Hypothese, dass das Eiweiss im Wesentlichen ein Condensationsproduct des Asparaginsäurealdehyds,  $C_4H_7NO_2$  (des Leuceins, s. o.), sei (Löw).

Durch Fäulniss entstehen aus Eiweiss ausser Aminosäuren, aromatischen Säuren und Fettsäuren (z. B. Buttersäure) Indol, Skatol und Kresol; ferner die alkaloid-artigen Ptomaine, unter welchen theilweise giftig wirkende „Leichenalkaloide“ oder Toxine, z. B. Neurin und Pentamethyldiamin (= „Cadaverin“, B. 19, 2585) nachgewiesen worden sind (s. S. 205). Zusammenstellung der Ptomaine: *Brieger*, Archiv f. patholog. Anatomie 115, 483.

Durch den Magensaft (Pepsin) und das Pankreasenzym (Trypsin) erleiden die Eiweissstoffe bei 30 bis 40° Veränderung, und zwar werden sie durch Pepsin zunächst in **Anti-** und **Hemialbumosen**, und diese beiden dann in **Pepton** (s. u.) übergeführt, während durch Trypsin von den beiden gleichfalls zuerst entstehenden Albumosen die Antialbumose in Pepton übergeht, die Hemialbumose hingegen weitere Spaltung in Leucin, Tyrosin, Asparaginsäure und Glutaminsäure (s. u.) zu erleiden befähigt ist. (Genauerer s. *Kühne*, B. 17, Ref. 79.) Die **Peptone** sind in Wasser leicht löslich, diffundiren rasch durch vegetabilisches Pergament und werden beim Er-

hitzen nicht coagulirt, auch durch die meisten Reagentien, die Eiweiss niederschlagen, z. B. Ammoniumsulfat, nicht mehr gefällt.

Die Albumosen werden durch Ammoniumsulfat noch gefällt.

Mit dem Uebergang von Albumin zu den Albumosen und von diesen zu den Peptonen nimmt das Säurebindungsvermögen (der Salzsäuregehalt) der resultirenden Salze zu, während das Moleculargewicht entsprechend sinkt und bis auf etwa 200 bis 250<sup>0</sup> heruntergeht (*Paal*, B. 27, 1827).

Durch Einwirkung von löslichen Eisensalzen auf Hühnereiweiss wie auf Pepton entstehen **Eisenalbuminat** resp. **Eisenpeptonat**, welche als *liquor ferri albuminati* bzw. *peptonati* Eisenpräparate für innerlichen Gebrauch vorstellen.

### *Eintheilung der eigentlichen Eiweisskörper:*

#### I. *Coagulable Albumine.*

A. In Wasser löslich, durch Chlornatrium nicht fällbar; coaguliren bei 70 bis 75<sup>0</sup>: Albumine. Hierhin gehören: **Eiereiweiss** (im Weissen der Vogeleier); **Serumalbumin** (Hauptbestandtheil aller Ernährungsfüssigkeiten, des Blutes, Chylus etc.); **Phytoalbumin** (in Pflanzen).

B. In Wasser unlöslich, löslich in verdünnter Kochsalzlösung, durch Ueberschuss von Kochsalz fällbar; coaguliren beim Erhitzen (Fibrinogen bei 56<sup>0</sup>, die anderen bei 70 bis 75<sup>0</sup>): Globuline, nämlich: **Globulin** (in der Krystalllinse des Auges), **Fibrinogen** oder **Metaglobulin**, im Blut, Chylus etc.; **Paraglobulin**, im Blut; **Phytoglobuline** (in Pflanzen). Mit letzterem verwandt, aber durch Kochsalz nicht aussalzbar, ist das **Vitellin** (im Eidotter etc.).

#### II. *Geronnene Albumine* etc. Unlöslich in Wasser.

A. Geronnene Albumine: **Fibrin** (wesentlicher Bestandtheil des Blutgerinnsels, sofort beim Austritt aus dem Organismus sich ausscheidend); **Myosin** (aus dem Plasma lebender Muskeln sich ausscheidend); **Phytomyosin** (geronnene Eiweisssubstanz des Klebers). Die beiden letzteren lösen sich in zehnprocentiger Kochsalzlösung und gerinnen in dieser Lösung bei 56 bis 57<sup>0</sup>.

B. Coagulat. Hierhin gehört **Syntonin**, *Acidalbumin*, unlöslich in Kochsalzlösung, leicht löslich in verdünnten Säuren und Alkalien, durch Neutralisation fällbar, nicht durch Hitze.

C. **Alkaliaalbuminat**. In Alkali löslich, durch Säuren daraus fällbar, in Wasser und Salzen unlöslich.

Vielleicht gehört hierhin das **Legumin** der Pflanzen.

#### III. *Zusammengesetzte Albumine (Nucleoalbumine).*

A. **Caseïne**. Kommen ausschliesslich in der Milch vor. Unlöslich in Wasser und Kochsalzlösung, leicht löslich in verdünnter Salzsäure oder Kaliumcarbonatlösung, durch Kochen nicht fällbar. Es ist in der Milch durch Alkali gelöst, wird durch Säure ausgeschieden und

gerinnt  
Käse. I  
S  
B  
C.  
Blutkörper  
Vereinigt  
hämog  
Reduction  
bildet d  
Alle drei  
sie könn  
(C<sub>32</sub>H<sub>30</sub>  
etwas K  
schen, r  
Alkali b  
enthalte  
Hämogl

N  
Zellkern  
Hefezell  
Mineral  
esterart  
beim K  
Eiweiss  
xanthin  
sind sc  
letztere  
D  
eiweiss

D  
Album  
ziehun  
theile.  
überge  
lation

1  
welche  
Lösung

gerinnt durch Zusatz von Lab (Kälbermagen) als (schwerer löslicher) Käse. Hinterlässt bei der Verdauung Nucleïn.

Spaltung von Caseïn mit Salzsäure führt u. a. zu Lysin (S. 539).

B. Nucleo-Albumine (siehe unten „Nucleïne“).

C. Hämoglobine. Das Hämoglobin ist der Farbstoff der rothen Blutkörperchen. Liefert durch Spaltung Eiweiss und Hämatin (s. u.). Vereinigt sich sehr leicht mit Sauerstoff (in der Lunge z. B.) zu Oxyhämoglobin, welches im Organismus, wie im Vacuum oder durch Reductionsmittel seinen Sauerstoff wieder abgiebt. Mit Kohlenoxyd bildet das Hämoglobin eine Verbindung, Kohlenoxydhämoglobin. Alle drei Verbindungen besitzen charakteristische Absorptionsspectra; sie können in der Kälte krystallisirt erhalten werden. — Hämin, ( $C_{32}H_{30}N_4FeO_3, HCl?$ ), entsteht durch Einwirkung von Eisessig und etwas Kochsalz auf Oxyhämoglobin in charakteristischen, mikroskopischen, rothbraunen Krystallen (empfindlicher Nachweis von Blut). Mit Alkali bildet es Hämatin, ( $C_{32}H_{32}N_4FeO_4?$ ), ein dunkles, 8 Proc. Eisen enthaltendes Product, welches auch durch spontane Zersetzung von Hämoglobin entsteht.

Nucleïne. Die Nucleïne sind ein wichtiger Bestandtheil der Zellkerne, z. B. der Eiterzellen, der kernhaltigen Blutkörperchen, der Hefezellen etc. Weisse Massen, unlöslich in Wasser und verdünnten Mineralsäuren, leicht löslich in Alkalien. Enthalten Phosphorsäure in esterartiger Bindung. Einige, als Nucleo-Albumine bezeichnet, zerfallen beim Kochen mit Wasser oder verdünnten Säuren unter Bildung von Eiweiss, Phosphorsäure und einer „Nucleïnbase“, wie Adenin, Hypoxanthin, Guanin und Xanthin (s. B. 26, 2753). Einige Nucleïnarten sind schwefelfrei, andere (die Nucleo-Albumine) enthalten Schwefel; letztere geben bei der Spaltung Tyrosin.

Dem Nucleïn ähnlich ist das Product der Coagulation von Hühner-eiweiss durch Metaphosphorsäure.

### B. Albuminoide.

Die Albuminoide sind als die nächsten Abkömmlinge der Albumine zu betrachten und stehen zu denselben in naher Beziehung. Sie sind meist organisirt und wichtige Gewebsbestandtheile. Sie werden zum Theil durch Kochen mit Wasser in Leim übergeführt (leimgebende Substanzen). Durch trockene Destillation liefern sie das Thieröl (S. 494). Hierhin gehören:

1. Glutin, Knochenleim (in reiner Form Gelatine), welcher durch die bekannte Fähigkeit, beim Erkalten seiner Lösung Gallerte zu bilden, charakterisirt ist, bildet sich beim

Kochen des sog. Knochenknorpels (Osseïn), Bindegewebes, Hirschhorns, der Kalbsfüsse etc. (der sog. *Collagene*) mit Wasser.

Glutin wird, entgegen den Eiweissen, aus wässriger Lösung durch Salpetersäure oder Ferrocyankalium nicht gefällt. Gerbsäure fällt Leimlösung und vereinigt sich mit den leimgebenden Substanzen des Organismus zu wasserunlöslichen Verbindungen (Gerben der Haut; Leder). Ueber Glutinpeptonsalze s. B. 25, 1202.

Bei der Spaltung des Knochenleims durch Kochen mit Säuren entstehen Glycocoll und Leucin, aber kein Tyrosin.

2. **Mucin, Schleimstoff**, in den schleimigen Secreten etc., ist schwefelfrei.

3. **Keratin, Hornstoff**, bildet die Epidermis, Nägel, Haare etc. Enthält Schwefel. Wird vom Magensaft nicht angegriffen.

4. **Elastin** bildet die elastischen Bänder des Organismus. Schwefelfrei. Giebt mit Schwefelsäure Leucin.

5. Auch die S. 307 erwähnten *Enzyme* (ungeformten *Fermente*): Diastase, Ptyalin, Pepsin, Trypsin u. a. gehören hierhin.

6. Das **Chitin**, der Hauptbestandtheil der Körperdecken der Gliederthiere, z. B. der Krebschalen, unterscheidet sich von Keratin durch seine Unlöslichkeit in Alkalien, und liefert beim Kochen mit Säuren ein Glucosamin, das Ammoniakderivat eines Kohlenhydrats (S. 299; B. 17, 241; 27, 120).

### C. Körper des intermediären Stoffwechsels.

1. *Gallensäuren*. In der Galle finden sich die Natriumsalze der **Glycocholsäure**,  $C_{26}H_{43}NO_6$ , und der **Taurocholsäure**,  $C_{26}H_{45}NSO_7$ . Beide zerfallen durch Alkalien unter Bildung von **Cholsäure**,  $C_{24}H_{40}O_5$ ,  $= C_{21}H_{32}(OH)(CO_2H)(CH_2.OH)_2$ , einerseits, und von Glycocoll resp. Taurin andererseits.

2. Die Galle enthält verschiedene Farbstoffe: **Bilirubin, Biliverdin, Bilifuscin** etc. Sie stehen anscheinend in einfacher Beziehung zum Blutfarbstoff (Formel des Bilirubins:  $C_{32}H_{36}N_4O_6$ ; siehe B. 17, 2267).

3. **Cholesterine**,  $C_{26}H_{43}.OH(C_{27}H_{44}O?)$ , in zahlreichen Arten bekannt, bilden perlmutterglänzende, fettige Blättchen und sieden unzersetzt. Sie sind enthalten im Blut, in der Galle und der Nervensubstanz; auch in vegetabilischen Fetten. Einwerthige Alkohole.

4. **Lanolin, Wollfett**, besteht aus Fettsäureestern des Cholesterins. Es ist ein wichtiges Salbenfett und von anderen Fetten dadurch verschieden, dass es von der Haut aufgenommen wird und Wasser zu binden vermag.

5. **Cerebrin**,  $C_{17}H_{33}NO_3$ , ist ein wesentlicher Bestandtheil des Nervenmarks.

6. **Lecithin**,  $C_{42}H_{84}NO_9P$ , ist ein charakteristischer Bestandtheil der Nervensubstanz, des Gehirns, des Eidotters etc. Krystallisirbare, wachsthähnliche Masse, in Wasser zu einer opalisirenden Flüssigkeit aufquellend, in Alkohol und Aether löslich. Zerfällt durch Verseifung in Cholin, Glycerinphosphorsäure, Oelsäure und Palmitinsäure und ist daher als Glycerin aufzufassen, in welches an Stelle von je einem Wasserstoffatom ein Palmitinsäure-, ein Oelsäure- und ein Phosphorsäurerest eingetreten sind, welcher letzterer seinerseits noch mit Cholin in esterartige Verbindung getreten ist.