4,13 Proc. Trockensubstanz und 0,506 Proc. Asche. Zur Sättigung der darin enthaltenen freien Säure sind für 100 g im Mittel 27,4 ccm Normal-Kalilauge, zur Neutralisation der alkalisch reagirenden Asche 6,6 ccm Normal-Salzsäure erforderlich.

Reiner Himbeersyrup (*Syrupus Rubi Idaei*) enthält nach E. Spaeth im Mittel 0,28 Proc. Asche, die zur Sättigung 2,8 ccm Normal-Salzsäure gebrauchen; mit Zuckersyrup gefälschte Himbeersäfte enthalten weniger Asche und erfordern weniger Säure zu deren Neutralisation. 100 g reinen Himbeersaftes erfordern im Mittel 9,4 ccm Normal-Kalilauge zur Sättigung der freien Säure.

Zur Gruppe der Farbstoffe zählen, ausser den im Vorstehenden beschriebenen Verbindungen, noch zahlreiche, im Pflanzen- und Thierreich vorkommende, bisher jedoch nur sehr wenig studirte Körper, wie z. B.: die krystallisirbaren, rothen α-, β- γ-Ampelochroïnsäuren der Rebenblätter der Cariguanreben (Gautier); das gelbe Anthokirrin der Blumen von *Linaria vulgaris* und das gelbe Antirrhin des Krautes von *Antirrhinum majus* (Riegel); das Aristolochiagelb der unterirdischen Theile von *Aristolochia Clematitis* (Walz); der gelbe, krystallisirbare, bei 135° C. schmelzende Farbstoff des Holzes Beth-a-barra (Sadtler, Rowland); das gelbe Calendulin der Blüthen von *Calendula officinalis* (Geiger); das Chicaroth: $C^{16}H^{16}O^{6}$, der Blätter von *Bignonia Chica* (Erdmann); das purpurrothe, harzartige Coleïn: $C^{10}H^{10}O^{5}$, des *Coleus Verschaffeltii* (Church); das krystallisirbare Euglenaroth der auf Teichen vorkommenden *Euglena sanguinea* (Wittich); das in Alkohol und Aether unlösliche, in Chloroform, heissem Phenol und verdünntem Ammoniak mit smaragdgrüner Farbe lösliche, krystallisirbare Holzgrün (Xylochlorsäure, Xylindeïn), des abgestorbenen Holzes der Buche, Eiche und Birke, unter dem Einfluss von *Peziza aeruginosa* gebildet; das gelbe Ilixanthin: $C^{17}H^{22}O^{11}$ (Moldenhauer), der im August gesammelten Blätter von *Ilex aquifolium* (die Blätter von *Ilex paraguayensis* enthalten kein Ilixanthin); das carmoisinrothe Ligulin der Beeren von *Ligustrum vulgare* (Nicklès); das rothe Lithospermin: $C^{20}H^{30}O^{10}$, der Wurzel von *Lithospermum erythrorhizon* (Kuhara) und das Lithospermumroth der Wurzelrinde von *Lithospermum arvense* (Ludwig, Kromayer); das Luteïn der Butter, des Blutserums, des Eidotters (vergl. S. 994), des Mais etc., bezüglich dessen nähere Bestandtheile das Vitelloluteïn und das Vitellorubeïn (Holm, Maly u. A.); das schwarze, amorphe, in fast allen Lösungsmitteln unlösliche Melanin der *Choroidea* des Auges (Scherer, Landolt); das blutrothe, dem Aspergillin (s. S. 1737) ähnliche Palmellin der Alge *Palmella cruenta* (Phipson); das Pyocyanin des blauen Eiters und das Pyoxanthin des gelben Eiters (Fordos, Lücke); die rothe Rhoeadinsäure der Blüthen von *Papaver Rhoeas* (L. Meier); das krystallisirbare Rubidin der Wassermelonen, Paradiesäpfel und der rothen Rüben (de Negri); das Urorubrohämatin und das Urofuscohämatin des Harns der an *Lepra* Leidenden (Baumstark); das Uromelanin, das Uroroseïn, das Urorubin gewisser Harne, s. S. 806; das rothe stark kupferhaltige Turacin: $C^{62}H^{81}Cu^{2}N^{9}O^{32}$ (?), der rothen Schwungfedern verschiedener Arten des Turaco oder Bananenfressers (Church); etc.

R. Eiweissstoffe.

Als Eiweiss-, Proteïn- oder Albuminstoffe bezeichnet man eine Gruppe von stickstoff- und schwefelhaltigen, complicirt zusammen-

gesetzten Verbindungen, die wohl in allen pflanzlichen und thierischen Organismen enthalten sind. Die Eiweisskörper werden nur in dem pflanzlichen Organismus gebildet, und zwar unter Mitwirkung des Sonnenlichtes aus einfachen anorganischen Stoffen, wie Kohlensäureanhydrid, Wasser, stickstoffhaltigen Salzen, Phosphaten und Sulfaten. Dem thierischen Organismus werden sie nur fertig gebildet durch die Nahrung zugeführt, um alsdann durch den Assimilationsprocess zum Theil eine Zerlegung in einfachere Verbindungen, zum Theil eine eigenthümliche Modification und Umwandlung zu noch complicirteren Molecülen zu erleiden.

Ihrer Elementarzusammensetzung nach bestehen die Eiweisskörper aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel. Obschon der Schwefel ein charakteristischer und nie fehlender Bestandtheil der Proteïnstoffe ist, so ist derselbe doch nur in sehr geringer Menge (0,4 bis 1,8 Proc.) darin enthalten. Die Molecularformel der Eiweissstoffe ist daher eine sehr complicirte, indem 1 Atom Schwefel mit 70 bis 300 Atomen Kohlenstoff und 110 bis 600 Atomen Wasserstoff verbunden ist. Lieberkühn berechnete für Alkalialbuminat die Formel $C^{72}H^{112}N^{18}SO^{22}$, Stohmann und Langbein ertheilen dem krystallisirten Eiweiss die Formel $C^{720}H^{1134}N^{218}S^{5}O^{248}$, Hofmeister und Kurajeff dem Serumalbumin, nach seinem Jodsubstitutionsproducte, die Formel $C^{450}H^{720}N^{116}S^{6}O^{140}$. Phosphor scheint nur in den Molecülen der sogenannten Nucleoalbumine und Nucleoproteïde enthalten zu sein, wogegen die überwiegende Mehrzahl der Eiweissstoffe ihn in Gestalt von Calciumphosphat nur mechanisch beigemengt enthält. In ihrer procentischen Zusammensetzung zeigen sie, wenn man absieht von den anorganischen Beimengungen, eine so grosse Uebereinstimmung [1]), dass man, bei der Schwierigkeit ihrer Reindarstellung und bei ihrer grossen Aehnlichkeit im chemischen und physikalischen Verhalten, vermuthen könnte, dass die Eiweisskörper verschiedenen Ursprungs identisch seien. Der Umstand jedoch, dass sie bei Behandlung mit den gleichen Agentien, unter gleichen Bedingungen, qualitativ und quantitativ verschiedene Spaltungsproducte liefern, zeigt, dass die Mehrzahl der als verschiedene chemische Individuen betrachteten Eiweisstoffe auch thatsächlich von einander verschieden ist.

Die meisten der Eiweissstoffe scheinen in zwei Modificationen, in einer wasserlöslichen und in einer wasserunlöslichen, vorzukommen. Die lösliche Modification, in der sie gewöhnlich sich in den Thier- und Pflanzensäften finden, geht zum Theil freiwillig, zum Theil unter der Einwirkung von Wärme oder von Säuren leicht in die unlösliche über —

---

[1]) Z. B.:

	C	H	N	S	P
Kryst. Eiweiss	53,28	7,26	15,0	1,09	—
Albumin . . .	52,9 bis 54,7	7,1 bis 7,2	15,6 bis 15,8	1,7 bis 1,8	—
Fibrin	52,5 „ 52,8	6,9 „ 7,0	16,5 „ 16,7	1,5 „ 1,7	—
Caseïn	52,4 „ 53,8	7,0 „ 7,2	15,8 „ 16,0	0,9 „ 1,0	0,85

Coagulation —. Die wasserlöslichen Eiweissstoffe verbleiben beim Verdunsten ihrer Lösungen unter 50° C. als gelbliche, durchscheinende, gummiartige, geruch- und geschmacklose, neutral reagirende Massen, welche leicht in Wasser, nicht dagegen in Alkohol und Aether löslich sind. Ihre wässerigen Lösungen drehen die Polarisationsebene nach links; durch Alkohol, Aether, Gerbsäure, Mineralsäuren, Essigsäure und Ferrocyankalium, Phenol, Kreosot, Pikrinsäure, Chloral, Gummi und Dextrinlösung, Chlor, Brom, Jod, Metallsalze etc. werden dieselben gefällt. Diese Niederschläge bestehen meist aus Verbindungen der Eiweissstoffe mit jenen Fällungsmitteln oder mit Bestandtheilen derselben. Auf letzterer Eigenschaft beruht die Anwendung von löslichen Eiweisskörpern (Milch, Hühnereiweisslösung) als Gegengift bei Metallvergiftungen etc. Durch thierische Membran und durch Pergamentpapier diffundiren die gelösten Eiweissstoffe nur äusserst schwierig. Im unlöslichen, coagulirten Zustande, in welchem sich die Eiweisskörper auch bereits in dem pflanzlichen und thierischen Organismus als formgebende, histologisch organisirte Gewebe oder als Ausscheidungen aus Flüssigkeiten vorfinden, bilden sie weisse, amorphe [1]), bisweilen flockige oder klumpige, bisweilen auch hornartige Massen, welche in den gewöhnlichen Lösungsmitteln unlöslich sind. Ein Theil der natürlich vorkommenden, wasserunlöslichen Eiweissstoffe, die Globuline, löst sich leicht in einer Kochsalzlösung von 10 Proc., ein anderer Theil derselben wird von stark verdünnten Mineralsäuren oder Aetzalkalien (z. B. die Caseïne) in Lösung übergeführt. Von concentrirter Essigsäure und von concentrirter Phosphorsäurelösung werden die Eiweisskörper in der Wärme sämmtlich mehr oder weniger leicht aufgelöst. Auch concentrirte Salzsäure vermag sie ohne Ausnahme beim Kochen zu lösen, und zwar nimmt die Lösung bei längerem Kochen an der Luft eine intensiv blauviolette Farbe an (Caventou). Von verdünnter Kalilauge werden bei einer Temperatur von 60° C. ebenfalls sämmtliche Eiweissstoffe nach einiger Zeit in Lösung übergeführt, es tritt jedoch hierbei leicht eine Zersetzung ein, indem Schwefelkalium und andere Verbindungen gebildet werden; verdünnte Essigsäure scheidet aus diesen Lösungen weisse Niederschläge von Substanzen ab, die in ihren Eigenschaften noch mit den ursprünglich gelösten Eiweissstoffen eine gewisse Aehnlichkeit haben. Die Löslichkeit der Eiweisskörper in Aetzalkalien und in Mineralsäuren, namentlich in Salzsäure, ist theilweise auf eine Bildung salzartiger Verbindungen, von Alkalialbuminaten und Acidalbuminaten zurückzuführen. Besonders bei den nicht coagulirten Eiweissmodificationen findet anfänglich kaum eine tiefer greifende Veränderung statt, da sowohl aus den Alkalialbuminaten, als auch aus den Acidalbuminaten durch genaue Neutralisation die betreffenden Eiweissstoffe unverändert wieder abgeschieden werden können. Erst bei längerer

[1]) Eine Ausnahme hiervon macht das krystallisirte Eiweiss, welches sich in den Samen einiger Pflanzen findet, und der Blutfarbstoff, sowie das auf künstlichem Wege in den krystallisirten Zustand übergeführte Eiweiss.

Dauer der Einwirkung, namentlich unter Anwendung von Wärme und von concentrirteren Reagentien, wie dies bei den coagulirten Eiweissstoffen nöthig ist, findet allmählich tiefer greifende Zersetzung statt. Die durch Säuren modificirten Eiweissstoffe werden Syntonine genannt.

Die überwiegende Mehrzahl der Eiweisskörper hat bis jetzt noch nicht in chemischer Reinheit dargestellt werden können, da sie bisher ohne tiefer greifende Zersetzung nicht von fremdartigen Beimengungen befreit werden konnten.

Beim Erhitzen schmelzen die Eiweissstoffe zunächst unter Bräunung; bei stärkerer Erhitzung blähen sie sich auf und verkohlen unter Entwickelung eines unangenehmen Geruches nach angebranntem Horn. Unter den zahlreichen, hierbei auftretenden Zersetzungsproducten befinden sich Wasser, Kohlensäureanhydrid, Ammoniumcarbonat, Cyanwasserstoff, Methylamin und andere Aminbasen, Basen der Pyridinreihe etc. Aehnliche Producte werden, neben Methylmercaptan (siehe S. 291), Indol und Skatol (siehe S. 1117), sowie Salzen von Fettsäuren gebildet, wenn man die Eiweisskörper mit Kalihydrat schmilzt (Bopp, Hinterberger, Kühne, Nencki, Rubner u. A.).

Beim Erhitzen mit viel Wasser auf 150° C. verwandeln sich alle Eiweissstoffe, auch die unlöslichen, coagulirten Modificationen, in leicht lösliche, nicht mehr coagulirbare, den Albumosen nahestehende Verbindungen: Atmidalbumin und Atmidalbumose (Neumeister). Gleichzeitig wird hierbei Schwefelwasserstoff, Ammoniak und Pepton gebildet. Atmidalbumin wird in neutraler und schwach saurer, Atmidalbumose nur in stark saurer Lösung durch Kochsalz gefällt.

Bei Berührung mit concentrirter Schwefelsäure nehmen die Eiweissstoffe auf Zusatz von etwas Zuckerlösung anfänglich eine rothe und allmählich eine dunkelviolette Farbe an; die Färbung ist um so schöner, je mehr die Luft zutreten kann (Schultze). In Eisessig gelöst, liefern sie auf Zusatz von concentrirter Schwefelsäure eine schön violette, schwach fluorescirende Lösung, welche bei geeigneter Concentration einen charakteristischen, zwischen den Fraunhofer'schen Linien *b* und *f* liegenden Absorptionsstreifen zeigt (Adamkiewicz). Diese Reaction dürfte auf das Auftreten von Furfurol (s. S. 912), welches beim Erwärmen der Eiweissstoffe mit starken Mineralsäuren gebildet wird, zurückzuführen sein. Durch molybdänsäurehaltige Schwefelsäure werden die festen Eiweissstoffe intensiv blau gefärbt.

Bei längerem Kochen mit verdünnter Schwefelsäure, oder besser mit Salzsäure und etwas Zinnchlorür (Hlasiwetz, Habermann) werden die Eiweissstoffe vollständig zersetzt in Leucin (s. S. 432), Tyrosin (s. S. 1082), Asparaginsäure (s. S. 484), Glutaminsäure (siehe S. 487), Diamidoessigsäure (s. S. 413), Lysin oder Diamidocapronsäure (s. S. 433), Arginin: $C^6H^{14}N^4O^2$ (s. S. 789) [1]), Histidin:

[1]) Das Lysatinin, welches Drechsel aus den Spaltungsproducten des Caseïns isolirte, besteht nach Heddin aus einem Gemisch oder aus einer losen Verbindung von Diamidocapronsäure (Lysin) und Arginin.

$C^6H^9N^3O^2$ (s. Protamin), α-Phenylamidopropionsäure (s. S. 1057), Schwefelwasserstoff, Aethylsulfid: $(C^2H^5)^2S$, Cysteïn (s. S. 416) und Ammoniak. Alle echten Eiweisskörper liefern hierbei anscheinend dieselben Zersetzungsproducte, besonders Leucin und die als „Hexonbasen" bezeichneten Verbindungen Lysin, Arginin, Histidin, nur ist das relative Mengenverhältniss der einzelnen Spaltungsproducte bei den verschiedenen Proteïnstoffen ein verschiedenes. Hämoglobin, Fibrinogen und Serumglobulin liefern nach Spiro als Zersetzungsproduct auch Glycocoll (s. S. 410). Aehnliche Verbindungen, wie durch Salzsäure und Zinnchlorür, werden nach Schützenberger, neben Tyroleucin: $C^7H^{11}NO^2$, welches vielleicht nur eine Verbindung von Amidovaleriansäure mit Phenylamidopropionsäure ist, Kohlensäure und Oxalsäure, auch gebildet, wenn die Eiweissstoffe mit Barytwasser erhitzt werden. Auch die bei der Einwirkung des Secrets der Bauchspeicheldrüse, des Trypsins, auf Eiweissstoffe gebildeten Endproducte zeigen grosse Aehnlichkeit mit denen, die durch Einwirkung von Mineralsäuren in der Wärme daraus erzeugt werden (Kühne, Drechsel, Kossel, Kutscher u. A.). Bei der Oxydation mit Schwefelsäure und Braunstein oder mit Kaliumdichromat werden Fettsäuren, Benzoësäure, Blausäure, Benzaldehyd, Aldehyde von Fettsäuren, Nitrile etc. gebildet (Liebig, Guckelberger). Aehnliche Verbindungen entstehen auch, neben Oxyprotsulfosäure und geringen Mengen von Guanidin (s. S. 784, Lossen), bei der Oxydation mittelst Kaliumpermanganat in alkalischer Lösung.

Die Oxyprotsulfosäure bildet eine weissgelbe, durchscheinende, gummiartige Masse, welche unlöslich in Wasser, löslich in Aetzalkalien und in Neutralsalzlösung ist. Sie scheint aus dem Eiweiss durch Aufnahme von vier Atomen Sauerstoff zu entstehen, indem der Schwefel des Eiweisses zu SO^3H oxydirt wird. Bei der Pepsinverdauung geht sie in die leicht lösliche Oxypeptonsulfosäure über (Maly).

Eine der Oxyprotsulfosäure ähnliche Verbindung, die Oxyproteïnsäure: $C^{43}H^{82}N^{14}O^{31}S$, kommt nach Gottlieb und Bondzynski als normaler Bestandtheil im Harn, besonders nach Phosphorvergiftung, vor.

Concentrirte Salpetersäure färbt die Eiweissstoffe gelb unter Bildung eigenthümlicher Nitroverbindungen, der Xanthoproteïnsäuren, welche sich in ätzenden Alkalien mit braunrother Farbe lösen (Mulder). Erwärmt man eine eiweisshaltige Flüssigkeit, oder einen Eiweisskörper überhaupt, mit einer Lösung von salpetersaurem Quecksilber, welche etwas salpetrige Säure enthält, dem sogenannten Millon'schen Reagens (s. I. anorgan. Theil, S. 1010), so nimmt das Eiweiss, unter Aufnahme von Quecksilber, eine schön rothe Färbung an (Reaction auf Oxyphenylgruppen). Werden die Eiweissstoffe mit Brom und Wasser in verschlossenen Gefässen erhitzt, so findet vollständige Zersetzung unter Bildung von Kohlensäure, Bromoform, Bromessigsäure, Oxalsäure, Asparaginsäure, Leucin und Bromanil: $C^6Br^4O^2$, statt (Hlasiwetz, Habermann). Beim Einleiten von Chlor in Eiweisslösung scheiden sich weisse Flocken von Chlorsubstitutionsproducten ab; auch

Brom und Jod lassen sich in das Molecül der Eiweissstoffe einführen (s. dort).

Kupfervitriollösung giebt bei Gegenwart von Aetzkali mit Eiweissstoffen eine violette Färbung (Biuretreaction), diese Reaction tritt ebenfalls ein, wenn das Aetzkali vor dem Kupfersulfat zugefügt wird. Feste Eiweissstoffe betupft man zur Hervorrufung dieser Reaction zunächst mit Kupfersulfatlösung und hierauf mit Kalilauge, alsdann spült man das gebildete Kupferhydroxyd mit Wasser ab, worauf die Masse violett gefärbt erscheint (Rose, Schiff).

Im trockenen Zustande sind die Eiweisskörper beständiger Natur, wogegen sie bei Gegenwart von Wasser und Luft sehr rasch in Fäulniss übergehen. Als Zersetzungsproducte treten dabei nach Brieger, Salkowski, Nencki u. A. auf: Kohlensäure, Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Methylmercaptan, Bernsteinsäure, flüchtige Fettsäuren, Leucin, Tyrosin, Asparaginsäure, Glutaminsäure, Phenol, Kresol, Indol, Skatol, Skatolcarbonsäure, Skatolessigsäure, Phenyläthylamin, Phenylessigsäure, Oxyphenylessigsäure: $C^6H^4(OH)CH^2.CO.OH$, Hydroparacumarsäure (s. S. 1081), Hydrozimmtsäure: $C^6H^5—CH^2—CH^2—CO.OH$ (s. S. 1057), Putrescin, Cadaverin, Ptomaïne (s. S. 1615) etc. Durch Pepsin und ähnliche Fermente werden die Eiweissstoffe gelöst: zunächst in Albuminosen und dann in Peptone (siehe dort) verwandelt. Die gleiche Umwandlung findet unter bestimmten Versuchsbedingungen auch unter dem Einfluss von starker Salzsäure statt (siehe Eieralbumin).

In der keimenden Pflanze erleiden die Eiweissstoffe, vermuthlich unter dem Einfluss von Enzymen, eine Umwandlung in Albumosen, Peptone und schliesslich in einfachere Verbindungen, die eine grosse Aehnlichkeit mit denen zeigen, die bei der Einwirkung von Mineralsäuren, bezw. von Trypsin daraus gebildet werden. E. Schulze isolirte aus den Keimlingen von Lupinen, Wicken, Kürbissen etc.: Leucin, Tyrosin, Asparaginsäure, Glutaminsäure, Amidovaleriansäure, Arginin, Lysin, Histidin, Phenylalanin, Guanidin und Ammoniak.

Zur Erkennung der Eiweissstoffe in Lösungen benutzt man ihre Eigenschaft, durch Säuren unter Anwendung von Wärme coagulirt, sowie durch Gerbsäure, Metaphosphorsäure, Essigsäure und Ferrocyankalium gefällt zu werden (vergl. Serumalbumin). Zur Charakterisirung der Eiweisskörper überhaupt dient ihr Verhalten gegen Salpetersäure, gegen starke Salzsäure, gegen Essigsäure und Schwefelsäure, gegen Kupfersulfat und Alkali (Biuretreaction), sowie besonders gegen das Millon'sche Reagens.

Eine streng wissenschaftliche Eintheilung der Eiweissstoffe ist bei der Lückenhaftigkeit unserer Kenntnisse und bei den Uebergängen, die sich nicht selten zwischen den einzelnen Gruppen derselben finden, bis jetzt kaum möglich. Nach ihren Löslichkeitsverhältnissen und ihrem allgemeinen Verhalten lassen sich die Eiweissstoffe eintheilen I. in wasserlösliche oder Albumine. II. in Globuline, welche nicht in Wasser, wohl aber in Kochsalzlösung von 10 Proc. löslich sind. III. in

Proteïde, welche in Wasser und Kochsalzlösung unlöslich sind, in ihrem chemischen Verhalten und ihrer Zusammensetzung aber den Eiweissstoffen sehr nahestehen; dieselben zerfallen bei der hydrolytischen Spaltung in eigentliche Eiweissstoffe und in andere, nicht eiweissartige Verbindungen, wie Kohlehydrate, Farbstoffe etc. IV. in Albuminoïde. V. in eiweissartige Fermente. VI. in Toxalbumine.

I. Wasserlösliche Eiweissstoffe oder Albumine.

Nach der Art und Weise, in welcher die wasserlöslichen Eiweissstoffe in wasserunlösliche übergehen, oder nach den Bedingungen, unter denen sie coaguliren, pflegt man dieselben weiter einzutheilen in 1. eigentliche Albumine, welche beim einfachen Erhitzen ihrer Lösung coaguliren, 2. Nucleoalbumine oder Caseïne, welche aus ihren Lösungen nicht durch einfaches Kochen, sondern erst auf Zusatz von Säuren, abgeschieden werden, und 3. Fibrine, welche nach Austritt aus dem lebenden Organismus, schon bei der Berührung mit der Luft, gerinnen.

1. **Eigentliche Albumine** (Eiweiss) sind in vier, in ihren Eigenschaften etwas von einander abweichenden Modificationen, als Eier-, Serum-, Milch- und Pflanzenalbumin, bekannt.

a) Das Eieralbumin ist in concentrirter, wässeriger, von dünnen, häutigen Membranen eingeschlossener und durchzogener Lösung vom specif. Gewicht 1,045 in dem Weissen der Vogeleier enthalten. Dieses naturelle Eiweiss enthält 85 bis 88 Proc. Wasser und 10 bis 13 Proc. Eiweissstoffe. Zerschneidet man diese einhüllenden Membranen und verdünnt die Masse mit Wasser, so erhält man nach dem Filtriren eine fast klare, schwach opalisirende, sehr schwach alkalisch reagirende, linksdrehende Flüssigkeit, welche bei Temperaturen unter 50° C. zu einer gelblichen, amorphen, spröden Masse eintrocknet. Durch Aether kann dem getrockneten Eiweiss etwas Fett entzogen werden. Nach Abzug von etwa 5 Proc. Asche entspricht dieses Eiweiss (bei 140° C. getrocknet) der auf S. 1773 angegebenen Zusammensetzung. Das unter 50° C. getrocknete Eiereiweiss, *Albumen ovi exsiccatum*, quillt in lauwarmem Wasser zunächst auf, um sich allmählich wieder vollständig zu lösen. Es gerinnt gegen 70° C., nach Bondzynski und Zoja schon bei 56 bis 64,5° C. Das Eieralbumin ist anscheinend kein einheitlicher Körper, sondern ein Gemisch von mehreren, sich bezüglich der Coagulationstemperatur etwas von einander unterscheidenden Eiweissstoffen. Nach Mörner, Zanetti u. A. enthält das Eiweiss, ausser dem eigentlichen Ovalbumin, noch ein Globulin und eine mucinartige Substanz, das Ovomucoid. Auf die Gegenwart des Ovomucoids ist vielleicht das Auftreten einer reducirend wirkenden, zuckerartigen Substanz zurückzuführen, welche beim Kochen des naturellen Hühnereiweisses mit Salzsäure auftritt.

Durch Kohlensäure, Essigsäure, Weinsäure und gewöhnliche Phosphorsäure wird die wässerige Eiweisslösung nicht gefällt, wohl aber durch Metaphosphorsäure, ebenso durch Chlor, Brom, Jod, Chloral, Phenol, Kreosot, Pikrinsäure, Gerbsäure, die meisten Metallsalze etc. Wenig Salzsäure erzeugt keinen, mehr Säure dagegen einen weissen, in kaltem Wasser sehr schwer löslichen Niederschlag einer Verbindung von Salzsäure mit Albumin. Auch der durch starke Salpetersäure erzeugte Niederschlag löst sich in einem Ueberschuss derselben nicht oder doch nur sehr schwer wieder auf. Concentrirte Kalilauge verwandelt die concentrirte Eiweisslösung in eine durch-

sichtige, feste Gallerte von Kaliumalbuminat. Auf Zusatz von Alkohol und beim Schütteln mit Aether wird das Eieralbumin coagulirt, bezüglich aus seiner wässerigen Lösung coagulirt abgeschieden. Wasserstoffsuperoxyd wirkt auf Eiweisslösung sehr langsam bei gewöhnlicher Temperatur, etwas rascher bei Bruttemperatur ein. In beiden Fällen entsteht Oxyproteïn, ein Oxydationsproduct des Eiweiss von dem allgemeinen Charakter der Oxyprotsulfosäure (s. S. 1776) — Fr. N. Schulz —.

Erhitzt man 100 Thle. trockenen Eieralbumins mit 80 Thln. concentrirter Salzsäure und 20 Thln. Wasser drei Stunden lang im Wasserbade, so wird etwa die Hälfte des Albumins in alkohollösliches Albuminpeptonhydrochlorid verwandelt, während die andere Hälfte (Antialbumose), die sich auch in Wasser kaum löst, erst bei langanhaltender Behandlung mit Salzsäure diese Umwandlung erfährt. Die gleiche Veränderung erleidet das Eieralbumin durch Salzsäure auch bei gewöhnlicher Temperatur, wenn man die Mischung zwei bis drei Wochen stehen lässt. Die Albuminpeptonhydrochloride, deren HCl-Gehalt etwa 15 Proc. beträgt, bilden nach dem Fällen ihrer alkoholischen Lösungen mit Aether und Trocknen der Niederschläge im Vacuum weisse, sehr hygroskopische Massen, die sich leicht in Wasser, Methyl- und Aethylalkohol lösen (Paal). Sie liefern die Biuretreaction (s. S. 1777) und die Millon'sche Reaction (s. S. 1776).

Für technische Zwecke wird das Eiweiss durch Coliren von frischem Eieralbumin durch feine Siebe und Eindampfen der colirten Flüssigkeit in flachen Gefässen, bei einer 40 bis 50° C. nicht übersteigenden Temperatur, gewonnen. Es dient zu arzneilichen, sowie zu den gleichen Zwecken wie das Serumalbumin (s. dort).

Albumen ovi siccum Pharmac. germ. Ed. IV soll eine blassgelbe, hornartige, geruch- und geschmacklose Masse bilden, die sich in Wasser zu einer trüben, neutral reagirenden Flüssigkeit löst. Werden 10 ccm wässeriger Eiweisslösung (1 : 100) mit 5 ccm Phenollösung (3 : 100) und fünf Tropfen Salpetersäure von 25 Proc. geschüttelt, so soll nach dem Filtriren eine klare Flüssigkeit (F) resultiren. Werden 5 ccm dieses Filtrats mit 5 ccm Alkohol von 90 Proc. überschichtet, so soll keine stark milchige Zone entstehen: Dextrin, Gummi arabicum, Gelatine —. Die in obiger Weise vom Eiweiss befreite Flüssigkeit (F) wirke ferner weder reducirend auf Fehling'sche Kupferlösung (nach vorheriger Neutralisation mit Natronlauge), noch werde sie durch wenig Jodlösung rothbraun gefärbt: Dextrin —.

Krystallisirtes Eieralbumin wird nach Hofmeister in folgender Weise dargestellt: Eiereiweiss wird zu Schaum geschlagen, dann 24 Stunden stehen gelassen und die klare, am Boden angesammelte Flüssigkeit mit einem gleichen Volum kalt gesättigter Ammoniumsulfatlösung gemischt. Beim freiwilligen Verdunsten des filtrirten Gemisches in flachen Schalen scheidet sich allmählich ein gelbes oder röthliches, krystallinisches Pulver aus, welches durch wiederholtes Lösen in halbgesättigter Ammoniumsulfatlösung und erneutes freiwilliges Verdunsten dieser Lösungen gereinigt wird. Die schliesslich resultirenden, in Wasser leicht löslichen mikroskopischen Nadeln oder Tafeln werden in Alkohol gebracht, wodurch sie in Pseudomorphosen von krystallisirtem, coagulirtem Eiweiss übergehen.

Als Tataeiweiss wird das Eiweiss der Eier von Nesthockern bezeichnet, welches beim Erhitzen durchsichtig erstarrt; diese Eigenthümlichkeit wird jedoch nur durch einen Mangel an Salzen bedingt.

Metallalbuminate. Wie bereits oben erwähnt, verbindet sich das Eiereiweiss mit Kalihydrat zu einem salzartigen Körper, dem Kaliumalbuminat. Aehnliche Verbindungen liefern fast alle Eiweisskörper, wenn sie

vorsichtig in verdünnter Kalilauge gelöst werden. Ausgehend von diesen Kaliumalbuminaten, lassen sich durch Umsetzung mit Metallsalzen eine ganze Anzahl metallhaltiger Eiweissstoffe darstellen, die man mit dem gemeinsamen Namen der Metallalbuminate zusammenfasst. Von diesen Metallalbuminaten sind die von dem Eiereiweiss sich ableitenden am besten studirt.

Das Kaliumalbuminat: $C^{72}H^{112}N^{18}SO^{22} + 2KOH$ (?) nach Lieberkühn, bildet, nach dem Auswaschen der anfänglich gebildeten Gallerte (siehe oben) mit kaltem Wasser, Lösen des Rückstandes in kochendem Alkohol und Fällen der Lösung mit Aether, ein weisses, amorphes Pulver, welches nach dem Trocknen in Wasser und Alkohol nicht mehr löslich ist. Auf Zusatz von wenig Kalilauge löst sich das Kaliumalbuminat leicht in Wasser auf zu einer Flüssigkeit, die sich bei mässiger Wärme oder im Vacuum verdampfen lässt.

Als Eisenalbuminat, *Ferrum albuminatum*, findet eine Verbindung von Eiweiss mit Eisenoxyd oder Eisenoxychlorid, deren Zusammensetzung und Eigenschaften je nach der Bereitungsweise wechseln, eine arzneiliche Anwendung. Nach Biel bereitet man dasselbe, indem man 10 Thle. trockenen Eieralbumins in 100 Thln. destillirten Wassers löst, die Lösung colirt, mit 2,4 Thln. Eisenchloridlösung von 1,480 oder 3,6 Thln. von 1,280 bis 1,282 specif. Gewicht, welche zuvor mit dem zehnfachen Volum Wasser verdünnt ist, mischt und die Mischung unter kräftigem Umschütteln gelinde erwärmt, bis eine ziemlich klare Flüssigkeit resultirt. Diese Lösung wird alsdann filtrirt, bei gelinder Wärme zum Syrup eingedampft, letzterer in dünner Schicht auf Glastafeln aufgestrichen und bei 35 bis 40° C. getrocknet. Die gelben Lamellen, in denen das Eisenalbuminat auf diese Weise erhalten wird, enthalten 3,34 Proc. Eisen.

Nach Bernbeck-Friese dampft man 15 Thle. Eisenchloridlösung von 1,280 bis 1,282 specif. Gewicht im Wasserbade bis auf 10 Thle. ein und mischt die erkaltete Flüssigkeit innig mit 20 Thln. frischen Eiweisses. Die gebildete braungelbe Masse bringt man alsdann auf ein angefeuchtetes Colatorium, presst sie mit den Händen gut aus, wiederholt dies unter Zusatz kleiner Mengen Wasser so oft, bis alles überschüssige Eisenchlorid entfernt ist, löst dann den Rückstand durch ein- bis zweitägige Maceration in Wasser, welches mit einigen Tropfen Salzsäure angesäuert ist und führt die filtrirte Lösung, wie oben erörtert ist, in Lamellenform über.

Liquor ferri albuminati wird in folgender Weise bereitet: 2000 g destillirten Wassers werden zum Kochen erhitzt und dann auf 50° C. abgekühlt. 1000 g hiervon werden hierauf mit 120 g *Liquor ferri oxychlorati Pharm. germ. Ed. IV* gemischt und hierzu unter Rühren eine durchgeseihte Lösung von 35 g zerriebenen, trockenen Eiereiweisses in 100 Thln. Wasser von 50° C. zugefügt. Obige Mischung wird dann genau mit verdünnter Natronlauge (5 g Natronlauge von 15 Proc. und 95 g Wasser) neutralisirt, der entstandene Eisenalbuminatniederschlag mit ausgekochtem, auf 50° C. wieder abgekühltem Wasser durch Decantiren so lange ausgewaschen, bis das Waschwasser keine Chlorreaction mehr zeigt, und dann auf einem Colatorium gesammelt. Der abgetropften dicken Masse setzt man in einer tarirten Flasche 3 g Natronlauge[1]) von 15 Proc. mit einem Mal zu, rührt langsam um, bis vollständige Lösung erfolgt, fügt letzterer ein Gemisch aus 100 Thln. Zimmtwasser, 2 Thln. aromatischer Tinctur und 150 g Alkohol von 90 Proc. zu, und hierauf so viel Wasser, bis die Mischung 1000 g beträgt.

---

[1]) E. Dieterich empfiehlt zur Erhöhung der Haltbarkeit einen Zusatz von 5 g Natronlauge.

Der nach obiger Vorschrift bereitete Liquor bildet eine rothbraune, kaum alkalisch reagirende und kaum eisenartig schmeckende Flüssigkeit, welche im durchfallenden Licht vollkommen klar, im auffallenden Licht jedoch wenig trübe erscheint. Derselbe enthält nahezu 0,4 Proc. Eisen. Der unverdünnte Liquor scheidet auf Zusatz von viel Alkohol alles Eisenalbuminat ab, nach vorherigem Zusatz von 2 Thln. Wasser ruft dagegen Alkohol keine Fällung hervor. Chlornatrium scheidet ebenfalls das gelöste Eisenalbuminat ab; Einleiten von CO^2 bewirkt Zersetzung. Natrium- und Kaliumcarbonat, Natron- und Kalihydrat rufen nach kurzer Zeit ein Gelatiniren hervor, während ein Zusatz von Natriumbicarbonat und von Ammoniak keine Veränderung bewirkt. Auf Zusatz von Jodkalium tritt Zersetzung ein, ohne dass jedoch eine Abscheidung von Jod eintritt. Schwefelammonium ruft zunächst nur eine dunklere Färbung hervor. Säuren, in geringen Mengen zugesetzt, bewirken einen flockigen, in einem Ueberschuss des Fällungsmittels löslichen Niederschlag.

Prüfung. Die gute Beschaffenheit des *Liquor ferri albuminati* ergiebt sich durch das Aeussere, sowie durch folgende Merkmale: 5 ccm Liquor mit 5 ccm Carbolsäurelösung von 3 Proc. und fünf Tropfen Salpetersäure von 25 Proc. gemischt, liefern ein farbloses Filtrat, welches durch Silbernitratlösung nur schwach opalisirend getrübt wird: Chloride —. 40 ccm Liquor mit 0,5 ccm Normal-Salzsäure gemischt, liefern ein farbloses Filtrat: Eisensaccharat, Eisenoxychlorid etc. —. Der Trockensubstanzrückstand betrage etwa 4 Proc., der Eisengehalt fast 0,4 Proc. Fe. Zur Bestimmung des Eisengehaltes verdünne man in einem 100 ccm-Kolben 20 g *Liquor ferri albuminati* mit 20 ccm Wasser, füge 20 ccm Salzsäure von 25 Proc. zu und erwärme im Wasserbade, bis das ausgeschiedene Eisenalbuminat vollständig entfärbt ist. Nach dem Erkalten fülle man die Mischung bis zur Marke auf, filtrire, messe von dem Filtrat 50 ccm (= 10 g Liquor) ab, füge eine sehr geringe Menge Kaliumchlorat zu und dampfe auf etwa 5 ccm ein. Diese Lösung bringe man hierauf in einen Erlenmeyer'schen Kolben, spüle das Verdampfungsschälchen mit sehr wenig Wasser nach, füge 2 g Jodkalium zu, lasse die Mischung eine Stunde lang verschlossen stehen und titrire schliesslich das ausgeschiedene Jod mit $^1/_{10}$-Normal-Natriumthiosulfatlösung. Jedes hierzu verbrauchte Cubikcentimeter $^1/_{10}$-Normal-Natriumthiosulfatlösung entspricht 0,0056 g Fe (vergl. I. anorg. Theil, S. 809).

Der *Liquor ferri albuminati Drees.*, dessen Bereitungsweise geheim gehalten wird, entspricht in der Zusammensetzung und in seinen Eigenschaften im Wesentlichen dem obigen Liquor. Das Gleiche gilt von dem *Liquor ferri albuminati dialysat.*, dessen Darstellungsweise sich von obiger Vorschrift nur dadurch unterscheidet, dass die Eisenalbuminatlösung vor dem Zusatz des Zimmtwassers etc. noch so lange der Dialyse unterworfen wird, bis das den Dialysator umgebende Wasser nicht mehr alkalisch reagirt.

Ferrum albuminatum siccum lässt sich auch aus obigem, gut ausgewaschenem Eisenalbuminatniederschlag durch Auspressen, Ausstreichen in dünner Schicht auf Glasplatten und Trocknen bei 35 bis 40° C. gewinnen. Das trockene Albuminat bildet ein ockerfarbenes, geruch- und geschmackloses, neutral reagirendes Pulver mit einem Eisengehalt von etwa 20 Proc. 1 g davon, in einem Mörser mit 40 g Wasser angerieben, löst sich nach Zusatz von 0,4 g Natronlauge von 15 Proc. klar auf.

Zur Bestimmung des Eisengehaltes in *Ferrum albuminatum siccum* oder im Ferratin (s. unten) löse man 0,2 bis 1 g mit Hülfe von wenig Natronlauge in einem 100 ccm-Kolben auf und verfahre dann, wie unter *Liquor ferri albuminati* angegeben ist.

Als Ferratin oder Eisenalbuminsäure wird ein in der Leber vorkommendes Eisenalbuminat bezeichnet (Schmiedeberg). Zu dessen Darstellung wird gut abgewaschene Schweineleber mit Hülfe einer Fleischhackmaschine zerkleinert, die Masse mit der dreifachen Menge Wasser angerührt, nach einstündigem Stehen langsam zum Sieden erhitzt und alsdann 15 Minuten lang im Kochen erhalten. Nach dem Erkalten wird die Mischung filtrirt und der Rückstand mit Wasser so lange ausgewaschen, bis das Filtrat farblos ist und durch wenig Weinsäurelösung nicht mehr getrübt wird. Aus den vereinigten Filtraten wird hierauf das Ferratin durch vorsichtigen Zusatz von Weinsäurelösung ausgefällt, der Niederschlag durch Decantiren mit schwach weinsäurehaltigem Wasser ausgewaschen und schliesslich mit Alkohol, zunächst von 50 Proc., dann von 99 Proc., nachgespült. Das so erhaltene Ferratin wird alsdann nochmals in schwach ammoniakhaltigem Wasser gelöst, diese Lösung abermals durch Weinsäurezusatz ausgefällt, der Niederschlag ausgewaschen und bei mässiger Wärme getrocknet.

Das Ferratin bildet ein röthlichbraunes Pulver, welches unlöslich in Wasser, leicht löslich in schwach alkalihaltigem Wasser ist. Dasselbe enthält etwa 6 Proc. Eisen. Die ammoniakalische Lösung des Ferratins schwärzt sich durch Schwefelammonium nicht sofort, sondern erst nach einiger Zeit. Auch Ferrocyankalium ruft in der mit Salzsäure angesäuerten Lösung des Ferratins in verdünntem Ammoniak zunächst nur eine weisse Fällung hervor.

Zur Darstellung des künstlichen Ferratins werden nach Doehne und Schlotterbeck 40 g trockenen Eiweisses in 250 ccm Wasser gelöst, dieser Lösung 50 ccm Pottaschelösung von 5 Proc. zugefügt und die Mischung tüchtig geschüttelt. Die hierdurch gebildete gelbe, gelatinöse Masse wird nach einigen Minuten, zur Entfernung des Pottascheüberschusses, wiederholt mit kaltem Wasser gewaschen und dann durch Erhitzen im Wasserbade wieder verflüssigt. Nach höchstens siebenstündigem Erhitzen wird hierauf die Flüssigkeit heiss filtrirt, das Filtrat mit 1500 ccm Wasser versetzt und mit Salzsäure angesäuert. Der hierdurch erzeugte weisse, flockige Niederschlag wird alsdann durch Decantiren ausgewaschen, hierauf durch Schütteln mit wenig starkem Ammoniak wieder gelöst und diese Lösung mit so viel frisch bereiteter Lösung von *Ferri-kali-tartaricum* versetzt, dass auf 10 g angewendeten Eiweisses 1 g Eisensalz zur Reaction gelangt. Die auf diese Weise erhaltene rothbraune Flüssigkeit wird alsdann eine halbe Stunde lang zum Sieden erhitzt, nach dem Abkühlen filtrirt, mit Wasser stark verdünnt und die Eiseneiweissverbindung durch Ansäuern mit Essigsäure gefällt. Nach sorgfältigem Auswaschen ist der Niederschlag nochmals in wenig Ammoniak zu lösen, die filtrirte Lösung mit Salzsäure zu neutralisiren, das hierdurch erzeugte Präcipitat abermals auszuwaschen, bei mässiger Wärme zu trocknen und zu pulvern. Rothbraunes, in Wasser unlösliches, in alkalischen Flüssigkeiten lösliches, dem naturellen Ferratin ähnliches Pulver von etwa 8,5 Proc. Eisengehalt. Ueber die Ermittelung des Eisengehaltes siehe oben.

Ferratose, *Liquor Ferratini*, ist eine glycerin- und alkoholhaltige Lösung des Ferratins.

Quecksilberalbuminat, *Hydrargyrum albuminatum*, wird nach E. Dieterich dargestellt, indem man 100 g frischen Eiweisses zu Schnee schlägt, dann mit 500 g Wasser verdünnt und die wieder verflüssigte, colirte Masse unter Umrühren in eine Lösung von 10 g Quecksilberchlorid in 500 g Wasser einträgt. Den entstandenen Niederschlag wäscht man drei- bis viermal durch Decantiren mit Wasser aus, sammelt ihn hierauf auf einem Colatorium, streicht ihn in dünner Schicht auf Glasplatten und trocknet ihn bei Lichtabschluss bei 20 bis 25° C.

Das trockene Quecksilberalbuminat bildet eine amorphe Masse, die an Wasser kein Quecksilberchlorid abgiebt. Letzteres ist jedoch der Fall, wenn das Wasser Chlornatrium, Chlorammonium, Blutserum etc. enthält.

Liquor hydrargyri albuminati wird nach E. Dieterich bereitet, indem man 25 g frischen Eiweisses zu Schnee schlägt, letzteren sich wieder verflüssigen lässt und dann unter Umrühren eine Lösung von 5 g Quecksilberchlorid und 5 g Chlornatrium in 65 g Wasser zufügt. Diese Flüssigkeit ist vor Licht geschützt ein bis zwei Tage lang bei Seite zu stellen und dann zu filtriren. Vor dem Gebrauch ist sie nöthigenfalls noch mit Wasser zu verdünnen. Die so bereitete Flüssigkeit scheint nur eine eiweisshaltige Lösung von Quecksilberchlorid-Chlornatrium zu sein.

Formaldehyd-Eiweiss, Protogen. Neutrale Eiweisslösung wird mit neutralem Formaldehyd versetzt, die Mischung einige Zeit stehen gelassen, dann mit Wasser gekocht, bis der Formaldehydüberschuss verjagt ist, filtrirt und die Lösung zur gewünschten Consistenz, bezw. zur Trockne verdampft. Die vollständige Abwesenheit von Säuren ist zur Gewinnung eines wasserlöslichen Productes erforderlich. Amorphe, in Wasser lösliche Masse. Die wässerige Lösung wird durch Säuren gefällt, nicht jedoch durch Soda- und Ammoniaklösung. Alkohol scheidet einen Niederschlag aus, der sich in Wasser wieder löst (Bayer u. Comp.).

Tannalbin ist ein Eiweisstannat, welches im Magensaft schwer löslich ist und erst im Darm zur allmählichen Resorption gelangt (Knoll u. Comp.). Dasselbe soll durch Fällung von Eiweisslösung mit Gerbsäure und Erhitzen des ausgewaschenen Niederschlages auf 110 bis 120° C. erhalten werden. Das Tannalbin bildet ein bräunliches, geruch- und geschmackloses, in Wasser unlösliches Pulver, welches etwa 50 Proc. Gerbsäure enthält. Letztere wird beim Schütteln mit Wasser oder Alkohol allmählich abgegeben. Der Gehalt an Stickstoff beträgt 8 bis 8,5 Proc.

Zur Ermittelung der Widerstandsfähigkeit gegen den Magensaft werden 2 g Tannalbin mit 100 ccm Wasser von 40° C., 20 Tropfen Salzsäure von 25 Proc. und 0,25 g Pepsin vermischt und dann, ohne Umrühren, drei Stunden lang bei 40° C. bei Seite gestellt. Das Ungelöste wird hierauf auf einem gewogenen Filter gesammelt, mit kaltem Wasser ausgewaschen und nach dem Trocknen bei 100° C. gewogen. Das Gewicht desselben betrage nicht weniger als 1 g (Tambach).

Ichthalbin, Ichthyol-Eiweiss, wird von Knoll u. Comp. ähnlich wie das Tannalbin (s. oben) unter Benutzung von Ichthyol und Eiweisslösung dargestellt. Graubraunes, geruch- und geschmackloses, feines Pulver.

Halogen-Eiweiss. Das Eiereiweiss wird, ebenso wie die Eiweissstoffe im Allgemeinen, leicht von den Halogenen angegriffen, indem neben Halogenwasserstoff Halogensubstitutionsproducte gebildet werden. Die Halogenatome treten hierbei substituirend in einen, mit einer OH-Gruppe versehenen Benzolkern des Eiweissmolecüls ein. Die halogensubstituirten Albumine zeigen noch die Biuretreaction, nicht dagegen die Millon'sche Reaction.

Jodalbumin, Jodalbacid, wird erhalten, indem man wässerige Eiweisslösung mit Natriumbicarbonat im Ueberschuss versetzt und hierzu zerriebenes oder durch Jodkalium gelöstes Jod zufügt. Das Gemisch wird alsdann unter häufigem Umschütteln auf 50° C. erwärmt und demselben von Zeit zu Zeit Jod und Natriumbicarbonat zugesetzt. Sobald kein Jod mehr absorbirt wird, wird die Flüssigkeit filtrirt, nach dem Abkühlen mit Natronlauge und dann sofort mit Essigsäure im Ueberschuss versetzt. Der erhaltene Niederschlag wird hierauf abfiltrirt, in einer Porcellanschale auf dem Wasser-

bade getrocknet, wiederholt mit absolutem Alkohol in der Wärme extrahirt, dann mit Wasser ausgekocht und von Neuem getrocknet.

Das Jodeiweiss bildet ein gelbliches, geruch- und geschmackloses Pulver von 6 bis 7 Proc. Jodgehalt. Dasselbe ist unlöslich in Wasser und in absolutem Alkohol (Blum, Vaubel).

Bromalbumin, Bromalbacid mit einem Gehalt von 4 bis 5 Proc. Brom, und Chloralbumin, Chloralbacid mit einem Gehalt von 2 Proc. Chlor, lassen sich in einer ähnlichen Weise darstellen, wie das Jodalbumin.

Fluoralbumin mit einem Gehalte von 1,2 Proc. Fluor lässt sich durch Elektrolyse einer mit Fluorammonium versetzten Eiweisslösung gewinnen.

α-Eigon oder *Albumen jodatum* nennt C. Dieterich ein 20 Proc. Jod enthaltendes Eiweisspräparat. Dasselbe bildet ein hellbraunes, geruch- und geschmackloses, in Wasser unlösliches Pulver, aus dem durch Einwirkung von Aetzalkalien und von Säuren Jod abgespalten wird.

Die Bestimmung des Halogens in den Halogen-Eiweisspräparaten ist nach Carius (s. S. 15) auszuführen.

Jodoformogen ist von Knoll u. Comp. als ein 15 Proc. Jodoform enthaltendes Eiweisspräparat bezeichnet. Dasselbe wird erhalten, indem man Eiweisslösung und Jodoformlösung bei Gegenwart eines Eiweissfällungsmittels (z. B. Alkohol) zusammenbringt und den erhaltenen Niederschlag einige Stunden auf 120° C. erhitzt. Dasselbe bildet ein hellgelbes, fast geruchloses, in Wasser unlösliches, lockeres Pulver.

b) Das Serumalbumin (Bluteiweiss, Serin) findet sich gelöst in reichlicher Menge im Blut, ferner im Chylus, in der Lymphe, in Transsudaten und serösen Flüssigkeiten, im Colostrum, im pathologischen Harn (bei Nierenkrankheiten) etc. Es wird dargestellt aus Blutserum durch Verdünnen desselben mit dem 20fachen Volum Wasser, Ausfällen der Globuline durch Einleiten von Kohlensäure und Verdunsten des Filtrates unterhalb 50° C. Ob die Serumalbumine verschiedenen Ursprungs, bezw. von verschiedenen Thierarten identisch sind, ist zweifelhaft. Dieselben zeigen kleine Verschiedenheiten in der Zusammensetzung, in der Krystallisirbarkeit, in dem Drehungsvermögen und in dem Coagulationspunkte. Das Serumalbumin ist dem Eieralbumin sehr ähnlich. Es bildet eine gelbliche, amorphe, spröde Masse, welche sich in Wasser zu einer klaren, nicht fadenziehenden Flüssigkeit löst. Die wässerige Lösung desselben ist stärker linksdrehend als die des Eieralbumins. Durch Alkohol wird es daraus gefällt; der Niederschlag ist unmittelbar nach der Abscheidung in Wasser löslich, geht jedoch schon nach wenigen Minuten in den unlöslichen Zustand über. Durch Aether wird die Lösung des naturellen Serumalbumins nicht gefällt, wohl aber die des aschefreien. Durch Kohlensäure, gewöhnliche Phosphorsäure, verdünnte Mineralsäuren, Weinsäure, Neutralsalze der Alkalimetalle, sowie durch Magnesiumsulfat wird es in der Kälte nicht gefällt. Durch genügend concentrirte Mineralsäuren erfolgt alsbald Coagulation. Concentrirte Salzsäure scheidet aus der wässerigen Lösung einen im Ueberschusse des Fällungsmittels löslichen Niederschlag ab. Durch Gerbsäure (bei Gegenwart einer freien Mineralsäure), durch Metaphosphorsäure, Phosphomolybdänsäure, Phosphowolframsäure, Essigsäure und Ferrocyankalium, Quecksilberjodid-Jodkalium, Wismuthjodid-Jodkalium, sowie durch die meisten Metallsalze wird die Lösung des Serumalbumins gefällt. Es coagulirt je nach dem Ursprunge bei 64 bis 72° C.

Krystallisirtes Serumalbumin wird nach Krieger und Gürber erhalten, indem man das Serum vom Pferde mit einem gleichen Volum kalt gesättigter Ammoniumsulfatlösung versetzt, dem Filtrate so viel $^1/_5$-Normal-Schwefelsäure zufügt, bis eben eine schwache Trübung auftritt und die

Flüssigkeit dann 24 Stunden stehen lässt. Der ausgeschiedene krystallinische Niederschlag ist hierauf zu sammeln, in kaltem Wasser zu lösen und die Lösung von Neuem in obiger Weise zu behandeln. Kleine, prismatische Krystalle. Durch Einwirkung von Jod lässt sich aus dem krystallisirten Serumalbumin ein Jod-Serumalbumin mit einem Gehalte von 12 Proc. Jod erhalten (vergl. S. 1783).

Das Eiereiweiss und besonders das Serumeiweiss finden wegen ihrer Eigenschaft, beim Erhitzen zu gerinnen, zum Klären von Flüssigkeiten, namentlich in den Zuckerraffinerien, Verwendung. Das Serumalbumin wird im Grossen bereitet, indem man geronnenes Blut in kleine Würfel schneidet, diese auf feinen Sieben ausbreitet und das ablaufende Blutserum in flachen Gefässen bei 30 bis 40° C. eintrocknet. Das Serumalbumin dient auch in der Kattundruckerei zum Befestigen unlöslicher Farben auf der Faser.

Nachweis des Albumins im Harn.

Der Harn Gesunder enthält nur so geringe Spuren von Eiweiss, dass dieselben durch die üblichen Eiweissreagentien nicht nachgewiesen werden können; in erheblicherer, jedoch selten 1 Proc. übersteigender Menge findet es sich im pathologischen Harn, besonders bei Nierenaffectionen. Nach Senator sind in jedem eiweisshaltigen Harn zwei verschiedene Arten von Eiweissstoffen enthalten, das Serumalbumin und das Paraglobulin (Paraalbumin, s. unten), welche jedoch bei den qualitativen und quantitativen Eiweissreactionen gewöhnlich gemeinsam zum Nachweis gelangen.

Um einen Harn überhaupt auf einen Gehalt an Eiweiss zu prüfen, und zwar wie es gewöhnlich geschieht, ohne auf das Paraglobulin, welches sich bei den üblichen Reactionen ebenso wie das Serumalbumin verhält, Rücksicht zu nehmen, erhitze man 10 bis 15 ccm des zu prüfenden, vollständig klaren, nöthigenfalls zuvor filtrirten Harns in einem Reagensglase zum Kochen und füge hierauf 10 bis 15 Tropfen oder so viel reiner Salpetersäure von 25 Proc. zu, dass die Flüssigkeit stark sauer reagirt. Die Anwesenheit von Eiweiss giebt sich durch die Abscheidung eines weissen, flockigen Niederschlages, bei sehr geringen Mengen zunächst durch eine Trübung und erst nach längerem Stehen durch eine geringe Menge eines Niederschlages zu erkennen. Fügt man zu dem zum Kochen erhitzten Harn an Stelle von Salpetersäure die gleiche Menge Millon'sches Reagens (s. S. 1776), so färben sich die ausgeschiedenen Eiweissflocken roth.

Die Salpetersäurereaction auf Eiweiss kann auch in der Weise ausgeführt werden, dass man 10 ccm des klaren Harns auf 5 ccm Salpetersäure von 25 Proc. schichtet (Heller). Bei Gegenwart von Eiweiss zeigt sich sofort oder nach kurzer Zeit an der Berührungsfläche eine weissliche, flockige Zone.

Empfindlicher als die Coagulation durch Salpetersäure ist der Nachweis des Eiweisses durch Fällung mittelst Ferrocyankalium in essigsaurer Lösung (Boedecker). Zu diesem Zweck versetzt man 10 bis 15 ccm filtrirten Harns mit verdünnter Essigsäure bis zur stark sauren Reaction und fügt alsdann einige Tropfen Ferrocyankaliumlösung (1 : 20) zu. Bei Gegenwart von Eiweiss scheidet sich ohne jede Erwärmung ein gelblichweisser, feinflockiger Niederschlag ab. Eine Lösung mit einem Gehalt von 0,000006 Proc. Albumin liefert noch eine feinflockige Ausscheidung. Tritt auf Zusatz von Essigsäure allein schon eine Trübung ein, die auch auf weiteren Zusatz nicht wieder verschwindet (Harnmucin, vergl. S. 819), so filtrire man den mit Essigsäure versetzten Harn nochmals und füge erst dann tropfenweise die Ferrocyankaliumlösung zu.

Fügt man ferner zu einer Probe des zu prüfenden, klaren Harns die

frisch bereitete Lösung eines Stückchens Metaphosphorsäure oder direct etwas Metaphosphorsäure, so findet ebenfalls ohne Erwärmung eine mehr oder minder reichliche Ausscheidung von coagulirtem Eiweiss in Gestalt eines flockigen, weissen Niederschlages oder einer weisslichen Trübung statt (Grigg, Hindenlang). Das Eiweiss ist der einzige pathologische Bestandtheil des Harns, welcher durch Metaphosphorsäure gefällt wird und sich durch eine entstehende Trübung kennzeichnet.

In dem mit Essigsäure angesäuerten Harn kann das Eiweiss auch durch Zusatz von etwas Gerbsäurelösung: Abscheidung graubrauner Flocken —; oder durch Zusatz eines gleichen Volums gesättigter Chlornatrium- oder Natriumsulfatlösung: Abscheidung weisser Flocken — nachgewiesen werden [1]). Auch durch Zusatz von kalt gesättigter, wässeriger Pikrinsäurelösung kann Eiweiss im Harn durch die eintretende Abscheidung gelber Flocken nachgewiesen werden. Pepton wird zwar durch Pikrinsäure auch gefällt, jedoch sind einestheils die Mengen desselben im Harn zu gering, um durch Pikrinsäure nachgewiesen zu werden, anderentheils lassen sich Peptonfällungen durch Erhitzen und durch Zusatz eines Tropfens Salpetersäure wieder in Lösung bringen.

Um die gesammte Eiweissmenge des Harns quantitativ zu bestimmen, bringe man je nach dem grösseren oder geringeren Eiweissgehalt 20 bis 100 ccm des zu prüfenden, zuvor filtrirten Harns in ein Becherglas, erwärme im Wasserbade und setze tropfenweise so viel Essigsäure von etwa 2 Proc. unter Umrühren zu, dass das Eiweiss sich grobflockig abscheidet und die darüber stehende Flüssigkeit sich vollständig klärt. Hat man bei grossem Eiweissgehalt nur 20 oder 50 ccm Harn abgemessen, so sind dieselben vor dem Erwärmen zu 100 ccm zu verdünnen; die Bestimmung gelingt am besten, wenn nur 0,2 bis 0,3 g Albumin vorhanden sind. Das ausgeschiedene Eiweiss wird auf einem gewogenen Filter gesammelt, mit heissem Wasser sorgfältig ausgewaschen und bei 100° C. bis zum constanten Gewicht getrocknet. Bei genauen Bestimmungen ist das derartig gewogene Eiweiss noch zu veraschen und die Asche von dem ursprünglich ermittelten Gewicht abzuziehen. Das Ansäuern des Harns darf zur quantitativen Eiweissbestimmung nur mittelst einer sehr kleinen Menge von Essigsäure geschehen, da ein Ueberschuss davon lösend auf das abgeschiedene Eiweiss einwirkt.

Zur approximativen Bestimmung des Eiweisses im Harn dient häufig das Verfahren von Esbach. Dasselbe besteht darin, dass man in ein besonders graduirtes Röhrchen den sauer reagirenden, bezüglich mit Essigsäure angesäuerten Harn bis zu einer bestimmten Marke giesst, dann bis zu einer zweiten Marke die Lösung des Reagens (2 g Citronensäure, 1 g Pikrinsäure in 100 ccm Wasser gelöst) zufügt, die Mischung vorsichtig umschüttelt und dann 24 Stunden stehen lässt. Nach dieser Zeit wird dann die Höhe des gebildeten Niederschlages an der Graduirung des Röhrchens abgelesen.

---

[1]) Das Pavy'sche Eiweissreagens besteht je aus Täfelchen von Citronensäure und Ferrocyankalium; das Stütz-Fürbringer'sche aus Gelatinekapseln, welche Quecksilberchlorid, Chlornatrium und Citronensäure enthalten. Das Eiweissreagenspapier besteht aus dickem Filtrirpapier, welches mit Citronensäure (I) und mit Quecksilberjodid-Jodkalium (II) imprägnirt ist. Beim Gebrauch wird erst I, dann II dem zu prüfenden Harn direct zugesetzt.

Das Spiegler'sche Eiweissreagens, welches sich durch grosse Empfindlichkeit auszeichnet, besteht aus einer Lösung von 8 Thln. Quecksilberchlorid, 4 Thln. Weinsäure und 20 Thln. Glycerin in 200 Thln. Wasser. Der zu prüfende Harn ist auf dieses Reagens zu schichten: eintretende weisse Zone.

Die abgelesene Zahl soll dann direct die Menge Eiweiss in 1000 Thln. Harn angeben.

Die Zu- oder Abnahme des Eiweissgehaltes eines Harns kann in relativen Werthen annähernd auch durch Vergleich des Volums der Niederschläge ermittelt werden, welche in gleichen Mengen des Harns unter gleichen Versuchsbedingungen erzeugt werden. Zu diesem Zweck säuert man je 10 bis 20 ccm der zu prüfenden Harne in graduirten, gleich weiten Reagensgläsern mit gleich viel Essigsäure an, fügt gleiche, zur Ausfällung ausreichende Mengen von Ferrocyankaliumlösung zu, lässt die Mischungen 12 bis 24 Stunden stehen und liest das Volum des entstandenen Niederschlages an der Graduirung ab.

Eine genaue Bestimmung des Eiweissgehaltes eines Harns kann in absoluten Werthen nur auf gewichtsanalytischem Wege ausgeführt werden.

Um das Paraglobulin (Serumglobulin), welches sich fast immer nur als ein Begleiter des Serumalbumins im Harn findet, qualitativ nachzuweisen, verdünnt man den Harn nach der Filtration mit etwa dem sechsfachen Volum Wasser (bis zum specif. Gewicht 1,002 bis 1,003) und leitet alsdann ein bis zwei Stunden lang einen langsamen Strom von gewaschenem Kohlensäureanhydrid durch die Flüssigkeit. Eine feinflockige, weisse Fällung, anfänglich nur als Trübung erscheinend und sich meist erst nach 12- bis 24stündigem Stehen als Niederschlag absetzend, zeigt die Gegenwart von Paraglobulin an (Lehmann). Das gleichzeitig vorhandene Serumalbumin wird durch Kohlensäure nicht gefällt, dasselbe kann daher, nach Abscheidung des Paraglobulins, in der filtrirten Flüssigkeit durch vorstehende Reactionen nachgewiesen werden. Unter Umständen scheidet sich das Paraglobulin schon bei der Verdünnung des Harns aus. Durch Verdünnung, bezüglich durch Einleiten von Kohlensäureanhydrid kann jedoch nur ein Theil des in dem Harn enthaltenen Paraglobulins abgeschieden werden, die Gesammtmenge desselben wird gefällt durch Sättigung des betreffenden Harns mit Magnesiumsulfat. Zu diesem Zweck wird in den zu prüfenden Harn so viel fein gepulverten Magnesiumsulfates eingetragen, dass sich auch bei längerer Berührung mit dem Harn nichts mehr auflöst (Hammarsten). Alkalisch reagirende Harne sind zuvor mit Essigsäure sehr schwach anzusäuern. Die Anwesenheit von Paraglobulin macht sich durch die Abscheidung eines weissen, flockigen Niederschlages bemerkbar. Serumalbumin wird unter diesen Bedingungen nicht gefällt, dasselbe kann daher in dem Filtrate durch die üblichen Eiweissreactionen weiter nachgewiesen werden.

Das aus dem Harn abgeschiedene Paraglobulin ist von milchweisser, feinflockiger Beschaffenheit. Es löst sich in Kochsalzlösung von 5 bis 10 Proc., in Salzsäure von 1 Proc., sowie in concentrirter Essigsäure. Aus der Kochsalzlösung scheidet es sich beim Erwärmen vollständig wieder ab. In gesättigter Magnesiumsulfatlösung ist es unlöslich. Das Paraglobulin des Harns ist mit dem des Blutplasmas (s. dort) identisch.

Um das Paraglobulin quantitativ zu bestimmen, sättigt man, je nach dem anscheinend grösseren oder geringeren Eiweissgehalt, 25 bis 100 ccm Harn vollständig mit Magnesiumsulfat. Der betreffende Harn muss schwach saure Reaction besitzen; alkalische Harne sind daher mit Essigsäure schwach anzusäuern. Eiweissreiche Harne sind vor der Sättigung mit Wasser auf 100 ccm zu verdünnen. Man trägt in den Harn mehr Magnesiumsulfat in fein gepulvertem Zustande ein (auf 100 ccm etwa 80 g), als er zu lösen vermag, und rührt die Mischung wiederholt sanft um. Nimmt nach 24 Stunden die Menge des ungelöst gebliebenen Magnesiumsulfats nicht mehr ab, so bringt man die Flüssigkeit mit den Paraglobulinflocken auf ein ge-

wogenes Filter, rührt alsdann das zurückbleibende Salz wiederholt mit gesättigter Bittersalzlösung an und bringt auch diese Flüssigkeiten nach jedesmaligem Absetzen auf das Filter. Letzteres wird sammt dem Niederschlag so lange mit gesättigter Bittersalzlösung ausgewaschen, bis das Filtrat weder beim Erhitzen für sich, noch nach Zusatz von etwas Salpetersäure mehr getrübt wird. Hierauf wird das Paraglobulin durch mehrstündiges Trocknen bei 110° C. in den unlöslichen Zustand übergeführt, sodann durch Auswaschen mit heissem Wasser von Magnesiumsulfat vollständig befreit und abermals bei 100 bis 110° C. bis zum constanten Gewicht getrocknet. Von dem Gewichte des Paraglobulins, welches auf diese Weise ermittelt ist, ist noch das Gewicht der Asche, welche nach dem Einäschern zurückbleibt, in Abzug zu bringen. Führt man neben der Bestimmung des Paraglobulins noch eine solche des Gesammteiweisses (s. oben) aus, so ergiebt sich der Gehalt an Serumalbumin naturgemäss aus der Differenz der bei beiden Bestimmungen ermittelten Werthe.

In Beziehung zu dem Serumalbumin scheint das Paraalbumin und die sogenannten Albumosen zu stehen.

Das Paraalbumin (Metalbumin, Pseudomucin) bedingt die schleimige, fadenziehende Beschaffenheit der Flüssigkeit der Ovarialcysten (Scherer). Es kann sich dasselbe auch in Ascitesflüssigkeit und in anderen Cysten finden. Verdünnt man letztere stark mit Wasser, so tritt durch Einleiten von Kohlensäureanhydrid oder durch Zusatz von Essigsäure eine flockige Fällung ein, welche sich in überschüssiger Säure und in Aetzalkalien leicht wieder löst. Die Fällbarkeit des Paraalbumins durch Kohlensäureanhydrid hat zu einer Verwechslung desselben mit dem Paraglobulin und zu der irrthümlichen Annahme geführt, dass das Paraalbumin im Harn vorkomme. Durch Alkohol wird das Paraalbumin gefällt, der Niederschlag löst sich jedoch in Wasser von 35° C. wieder zu einer schleimigen Flüssigkeit.

Für das Paraalbumin charakteristisch ist 1. sein Verhalten beim Kochen unter Zusatz von Essigsäure anzusehen. Während es beim Serumalbumin leicht gelingt, den Zusatz von Essigsäure so zu treffen, dass beim Aufkochen sich alles Albumin in groben Flocken abscheidet und die Flüssigkeit klar wird, gelingt dies beim Paraalbumin nicht; man mag den Säurezusatz wählen, wie man will, die Flüssigkeit bleibt immer milchig trübe. Diese Reaction kann auch derartig ausgeführt werden, dass man die zu prüfende verdünnte Flüssigkeit mit einigen Tropfen Rosolsäurelösung versetzt, zum Kochen erhitzt und dann sehr verdünnte Schwefelsäure tropfenweise zufügt, bis die Rothfärbung, nach nochmaligem Aufkochen, verschwunden ist. Seröse Flüssigkeiten geben hierbei stets klare, Paraalbumin enthaltende stets trübe Filtrate. 2. In paraalbuminhaltigen Flüssigkeiten bildet sich Zucker (Reduction Fehling'scher Lösung nach Uebersättigung mit Natronlauge), wenn dieselben mit verdünnter Salzsäure (es genügt schon 0,1 Proc. HCl) im Wasserbade erwärmt werden.

Die „Albumosen" (Propeptone, Hemialbumosen) entstehen als eines der ersten Umwandlungsproducte bei der Einwirkung von Pepsin oder Pankreas auf Eiweisskörper, sowie auch bei der Einwirkung von Säuren und überhitztem Wasser auf Eiweissstoffe (s. Pepton). Sie bilden eine amorphe, linksdrehende, nicht diffundirbare Masse, welche wenig in kaltem, leicht in heissem Wasser löslich ist. Beim Erkalten scheidet die in der Wärme bereitete Lösung einen Niederschlag ab; unter Umständen erstarrt die Lösung auch zu einer Gallerte. In Alkohol und in Neutralsalzlösungen sind sie unlöslich, löslich dagegen in verdünnten Säuren und Alkalien. Concentrirte Salpetersäure oder Salzsäure fällen sie in der Kälte, der Niederschlag löst

sich aber in einem geringen Ueberschuss des Fällungsmittels wieder auf. Vom Pepton unterscheiden sich die Albumosen durch die sehr langsame oder ganz mangelnde Dialysirbarkeit, ferner durch die Fällbarkeit durch Chlornatrium, sowie durch Chlornatrium und Essigsäure bei Temperaturen weit über 70° C. Nach Kühne und Chittenden sind die Albumosen keine einheitlichen Körper, sondern setzen sich aus vier Albumosen zusammen: Protalbumose, Heteroalbumose, Dysalbumose und Deuteroalbumose, welche sich besonders in der Fällbarkeit durch Salzlösungen unterscheiden.

Den „Albumosen" steht die Harnalbumose nahe, welche sich bei multipler Sarcomatose des Rückenmarkes im Harn vorfindet. Zum Nachweis der Harnalbumose im Harn sättigt man denselben mit Chlornatrium, versetzt ihn mit wenig Essigsäure, erhitzt zum Kochen und filtrirt heiss. Serumalbumin und Paraglobulin bleiben vollständig ungelöst, während Harnalbumose in Lösung geht und sich aus dem Filtrate beim Erkalten in Flocken abscheidet. Zur weiteren Charakterisirung sammele man den Niederschlag, presse ihn, löse ihn in wenig Wasser und prüfe die Lösung mit Salpetersäure und mit Essigsäure und Ferrocyankalium (s. S. 1785). Durch letzteres Reagens entsteht ein reichlicher Niederschlag, der sich jedoch in der Wärme wieder auflöst. Auch Essigsäure und Tannin, Pikrinsäure und Metaphosphorsäure können zum weiteren Nachweis der Harnalbumose verwendet werden.

c) Milchalbumin (Lactalbumin) ist ein dem Serumalbumin sehr ähnlicher, in der Milch in geringer Menge enthaltener Eiweisskörper, dessen Lösung jedoch schwächer linksdrehend ist als die des Serumalbumins. Das Milchalbumin coagulirt, je nach der Concentration und dem Salzgehalt, bei 67 bis 72° C. (Wichmann).

d) Pflanzenalbumin, welches nach den älteren Angaben in allen Pflanzensäften, jedoch meist nur in sehr geringer Menge, vorhanden ist, ist bisher nicht rein dargestellt und daher nur noch wenig untersucht worden. In seiner Zusammensetzung (es enthält nur etwas weniger Schwefel) und in seinen Eigenschaften soll es im Wesentlichen dem Eieralbumin entsprechen.

2. **Nucleoalbumine** oder **Caseïne** sind ebenfalls in mehreren Modificationen bekannt; zu denselben zählen Milchcaseïn und Pflanzencaseïn. Die Nucleoalbumine unterscheiden sich von den eigentlichen Albuminen (siehe S. 1778) zunächst durch das Verhalten gegen das Labferment, welches auf letztere ohne Einwirkung ist. Sie sind ferner phosphorhaltig und liefern bei der Pepsinverdauung Para- oder Pseudonucleïne. Diese Pseudonucleïne sind phosphorhaltige, amorphe, in Wasser und in sehr verdünnten Säuren unlösliche, in verdünnten Alkalien leicht lösliche Stoffe, welche die Reactionen der Eiweisskörper geben. Beim Kochen mit Säuren liefern die Pseudonucleïne, zum Unterschied von den eigentlichen Nucleïnen (s. dort), als Spaltungsproducte keine Xanthinbasen und keine Nucleïnsäure (Kossel, Hammarsten).

a) Milchcaseïn ist der wichtigste Eiweisskörper der Milch der Säugethiere, und zwar ist es darin in Gestalt einer Calciumverbindung, als Calciumalbuminat, gelöst. Ob das Caseïn auch im Eidotter, im Blute, in der Krystalllinse etc. vorkommt, ist zweifelhaft. Um es darzustellen, versetzt man stark mit Wasser verdünnte, abgerahmte Milch mit verdünnter Essigsäure, wäscht den entstandenen Niederschlag mit Wasser, Alkohol und Aether aus, löst ihn alsdann in verdünnter Natronlauge oder in Ammoniak, unter Vermeidung alkalischer Reaction, fällt das Caseïn abermals mit Essigsäure aus und wäscht es von Neuem mit Wasser, Alkohol und Aether.

Das durch Fällung erhaltene Caseïn bildet eine weisse, flockige Masse, welche nach dem Trocknen eine gelbliche Farbe und eine brüchige, durch-

scheinende Beschaffenheit annimmt. Das Caseïn ist nach Hoppe-Seiler und Hammarsten ein einheitlicher Körper, dagegen ist es zweifelhaft, ob die Caseïne der Milch verschiedener Thiere identisch sind. Das alkalifreie Caseïn ist unlöslich in Wasser und in Kochsalzlösung, jedoch wird es leicht, besonders im frisch gefällten Zustande, von Wasser gelöst, dem wenig Salzsäure oder Aetzkali zugesetzt ist. Aus letzteren Lösungen wird es bei genauer Neutralisation als eine flockige, faserige Masse wieder abgeschieden; Alkaliphosphate verhindern jedoch die Abscheidung. Die alkalische Lösung des Caseïns wird, ebenso wenig wie die Milch selbst, durch Kochen coagulirt; nur an der Oberfläche scheidet sich eine Haut von coagulirtem Caseïn ab. Durch verdünnte Säuren, sowie durch Berührung mit der inneren Schleimhaut des Kälbermagens oder der daraus dargestellten Labflüssigkeit [besonders bei mässiger Wärme (50 bis 60° C.)] wird das Caseïn aus der Milch und aus seiner alkalischen Lösung abgeschieden. Mechanisch, durch Oberflächenattraction, wird das Caseïn abgeschieden, wenn man dessen Lösung mit viel gebranntem Thon oder mit Thierkohle schüttelt oder durch poröse Thonplatten filtrirt. Auch durch Chlornatrium oder durch Magnesiumsulfat wird das Caseïn aus seinen Lösungen, bei vollständiger Sättigung derselben mit diesen Salzen, ausgeschieden.

Das durch Lab gefällte, mit Fett gemischte Caseïn liefert den Käse, die davon abfiltrirte Flüssigkeit die sogenannten süssen Molken. Die coagulirende Wirkung des Labfermentes ist bisher nicht in genügender Weise erklärt worden. Aus kalksalzfreien Lösungen wird das Caseïn durch das Labferment nicht direct ausgeschieden; diese Ausscheidung tritt erst ein auf Zusatz von Kalksalzen, bezüglich bei Gegenwart derselben. Unter letzteren Bedingungen wird das Caseïn in das in Wasser schwer lösliche Paracaseïn, Paracaseïncalcium (Käse) übergeführt; gleichzeitig entsteht in geringer Menge ein in Wasser leicht löslicher, der „Hemialbumose" ähnlicher Körper (Hammarsten). Das durch Lab coagulirte Caseïn scheint eine andere Beschaffenheit zu haben, als das durch Säuren abgeschiedene. Giesst man alkalische Caseïnlösung in überschüssige concentrirte Mineralsäuren, so scheidet sich Acidcaseïn, eine Verbindung des Caseïns mit Säuren, in Flocken ab, welche in reinem Wasser löslich sind.

Caseïn-Natrium wird in wasserlöslicher Form erhalten, wenn frisch gefälltes, gut ausgewaschenes Caseïn mit so viel Natronlauge zusammengebracht wird, bis Phenolphtaleïnlösung geröthet wird. Durch Eindampfen dieser Lösung im Vacuum resultirt eine gelbbraune Masse, welche zerrieben ein weissliches, geruch- und geschmackloses, in kaltem Wasser aufquellendes, in heissem Wasser sich lösendes Pulver bildet, welches unter der Bezeichnung „Nutrose" als Nahrungsmittel empfohlen wird (Höchster Farbwerke). Die entsprechende Ammoniumverbindung wird als „Eucasin" als Nahrungsmittel in den Handel gebracht (Majert, Ebers).

Sanatogen ist ein Caseïnpräparat, in welchem das Caseïn durch Glycerinsphosphorsäure und verdünnte Natronlauge in Lösung gebracht ist (Treupel, Vis); weisses, in dem Verhalten dem Caseïn-Natrium ähnliches Pulver von schwachem Geruch und Geschmack. Das Kaseon oder Plasmon besteht aus Caseïn-Natrium (s. oben), welches durch Einwirkung von Caseïn auf Natriumbicarbonat dargestellt wird (Siebold); gelbliches, griesartiges Pulver. Sanose ist ein aus 8 Thln. Caseïn und 2 Thln. Albumose bestehendes weisses Pulver, welches beim Vermischen mit Wasser eine milchartige Flüssigkeit liefert (Schering). Eulactol soll ein aus Milch, Pflanzeneiweiss und Kohlehydraten bereitetes Nährpräparat sein.

Caseïn-Silber (Argonin), nach Liebrecht durch Wechselwirkung von Caseïnnatrium mit Silbernitrat, unter Zusatz von Alkohol, dargestellt, bildet ein weisses, in kaltem Wasser kaum lösliches Pulver, welches als Antisepticum zum äusserlichen Gebrauche empfohlen wird. Um dasselbe zu lösen, lässt man es zunächst mit Wasser so lange in Berührung, bis es vollständig benetzt ist, und erwärmt die Mischung dann im Wasserbade. Auf diese Weise resultirt ein dickflüssiges, schwach grau gefärbtes Liquidum von neutraler oder schwach alkalischer Reaction. Chlornatrium und Kaliumchromat rufen in der wässerigen Argoninlösung keine Fällung hervor; Schwefelammonium färbt dieselbe schwarz, ohne dass jedoch ein Niederschlag eintritt. Fügt man zu 2 ccm der wässerigen Argoninlösung (1 : 20) einen Tropfen Essigsäure von 30 Proc., so scheidet sich ein weisser, faseriger Niederschlag aus, der jedoch auf weiteren Zusatz von Essigsäure wieder in Lösung geht.

Zur Bestimmung des Silbergehaltes (4,2 Proc.) verasche man 1 g Argonin in einem Porcellantiegel, löse den Rückstand in Salpetersäure und bestimme in der filtrirten, mit Wasser verdünnten Lösung das Silber durch Titration mit $^1/_{10}$-Normal-Rhodanammoniumlösung (vergl. I. anorgan. Theil, S. 1036).

Als Argonin-L bezeichnen die Höchster Farbwerke ein in kaltem Wasser lösliches Caseïn-Silber.

Protargol ist ein 8,3 Proc. Silber enthaltendes Silber-Eiweisspräparat, welches sich leicht in kaltem Wasser löst, wenn es damit zunächst angefeuchtet und dann unter Umrühren damit gemischt wird. In seinem Verhalten ist es dem Argonin ähnlich. Feines, gelbes Pulver (Bayer u. Comp.).

Protalbin-Silber, Largin, bildet ein weissgraues, in Wasser 1 : 10 lösliches Pulver. Dasselbe soll die Silberverbindung eines pflanzlichen Eiweissstoffes sein (E. Merck). Silbergehalt 11,1 Proc.

Jod-Caseïn lässt sich mit einem Gehalt von 6 bis 7 Proc. Jod in einer ähnlichen Weise darstellen, wie das Jod-Albumin (s. S. 1783).

Caseïn-Eisen, *Ferrum caseïnatum.* 1 Thl. frisch gefällten, gereinigten Caseïns (s. oben) wird mit 1 Thl. Calciumcarbonat und 100 Thln. Wasser digerirt, die entstandene Lösung von Caseïn-Calcium filtrirt und mit einem geringen Ueberschuss von Ferrolactatlösung (1 Proc.) gefällt. Der Niederschlag ist hierauf zu sammeln, auszuwaschen und bei mässiger Wärme zu trocknen, wobei die ursprünglich weisse Farbe in Röthlich übergeht. Geruch- und geschmackloses Pulver, unlöslich in Wasser, löslich in verdünnter Sodalösung und in Ammoniak. Der Eisengehalt (Fe) beträgt 3,6 Proc. (Dawydow).

Caseïn-Quecksilber, durch Fällung von Caseïnnatriumlösung mit Quecksilberchlorid und Alkohol darstellbar. Weisses, in Wasser unlösliches Pulver. Auf Zusatz von wenig Ammoniak oder Natriumbicarbonat löst es sich in warmem Wasser zu einer Flüssigkeit, die durch Schwefelwasserstoff oder Schwefelammonium nicht gefällt wird (Höchster Farbwerke).

b) Pflanzencaseïn (Legumin) findet sich als Reservenahrung in Gestalt von Alkalialbuminat in den Samen der Hülsenfrüchte und vieler anderer Pflanzen (Liebig, Ritthausen). Um es darzustellen, werden zerriebene, von den Schalen befreite Bohnen, Erbsen, Linsen, Lupinen oder Wicken mit Wasser bei 4 bis 8° C. extrahirt, der Auszug wird durch Decantiren geklärt und mit Essigsäure gefällt. Der Niederschlag wird alsdann gesammelt, mit 40- bis 50procentigem Alkohol übergossen und die hierdurch brüchig gewordene Masse noch mit Alkohol und Aether gewaschen. Das Legumin bildet frisch gefällt ein flockiges Gerinnsel, welches zu einer amorphen, leicht

zerreiblichen Masse eintrocknet. In kaltem und warmem Wasser löst es sich nur in geringer Menge, leicht wird es dagegen von sehr verdünnter Aetzkalilösung und von nicht zu verdünnter Essigsäure gelöst. Die rohe ursprüngliche Lösung des Legumins gerinnt nicht beim Kochen, sondern bildet ebenso wie die Milch nur an der Oberfläche eine Haut. Durch verdünnte Säuren und durch Lab wird sie coagulirt.

Dem Legumin sehr ähnlich ist das Conglutin, das Alkalialbuminat der süssen und der bitteren Mandeln, der Kerne des Steinobstes und der Lupinen (Ritthausen). Auch das Glutencaseïn, welches sich, gemengt mit anderen Proteïnstoffen, in den Samen der Getreidearten und den daraus dargestellten Mehlen findet, stimmt im Wesentlichen in seinen Eigenschaften mit denen des Legumins überein (vergl. Pflanzenfibrin).

Mutase wird ein aus Leguminosenmehl dargestelltes, 58 Proc. Eiweiss enthaltendes Präparat genannt (Weiler-Ter Meer).

3. **Fibrine**, werden als Blut-, Muskel- und Pflanzenfibrine unterschieden.

a) Blutfibrin (Blutfaserstoff) ist nur im unlöslichen Zustande näher bekannt. Es scheidet sich bei der freiwilligen Gerinnung von Lymphe, Transsudaten, sowie aus dem Blute (s. dort) aus, sobald letzteres den lebenden Organismus verlässt. In dem circulirenden Blut ist dasselbe nicht enthalten, sondern es wird erst gebildet durch Einwirkung zweier, im lebenden Blut und in anderen thierischen Flüssigkeiten in Lösung enthaltener Eiweisskörper, der fibrinogenen und der fibrinoplastischen Substanz, aufeinander. Diese Umwandlung der fibrinogenen Substanz in Fibrin durch die fibrinoplastische Substanz unter Mitwirkung eines besonderen Fermentes, des Fibrinfermentes oder des Thrombins, vollzieht sich, wenn das Blut aus dem lebenden Organismus austritt (Al. Schmidt). Nach Hammarsten ist die Fibrinbildung nur auf eine Umwandlung des Fibrinogens unter dem Einflusse des Fibrinfermentes zurückzuführen, ein Vorgang, der eher Aehnlichkeit mit der Gerinnung der Eiweissstoffe durch Hitze, als mit einer hydrolytischen Spaltung zeigt. Ob letztere hierbei überhaupt eintritt (Schmiedeberg):

$$\underset{\text{Fibrinogen}}{2\,C^{111}H^{168}N^{30}SO^{35}} + H^2O$$

$$= \underset{\text{Fibrin}}{C^{108}H^{162}N^{30}SO^{34}} + \underset{\text{Fibringlobulin,}}{C^{114}H^{176}N^{30}SO^{37}}$$

ist noch zweifelhaft.

Die Abscheidung des Fibrins aus dem Blut wird verhindert, wenn man dasselbe direct aus der Ader in eine concentrirte Lösung von Natriumsulfat, Magnesiumsulfat, Chlornatrium oder in so viel Kaliumoxalatlösung fliessen lässt, dass das Gemisch 0,1 Proc. Kaliumoxalat enthält, oder wenn man die Temperatur des Blutes rasch auf 0° erniedrigt. Beim ruhigen Stehen derartiger Lösungen bei 0° scheiden sich die Blutkörperchen allmählich als ein rother Absatz aus, während sich über ihnen eine klare, gelb gefärbte Flüssigkeit, das Blutplasma, befindet. Allmählich gesteht diese Flüssigkeit zu einer fast farblosen, durchsichtigen Gallerte, welche sich beim Auswaschen mit Wasser in eine faserige Fibrinmasse verwandelt. Die Plasmaflüssigkeit scheidet sofort Fibrin aus, sobald sie mit Wasser verdünnt, stark umgerührt oder gelinde erwärmt wird. Auch durch Zusammenbringen einer Auflösung der fibrinogenen und der fibrinoplastischen Substanz in Chlornatriumlösung wird Fibrin gebildet und als solches ausgeschieden. Die Gerinnung des Blutes wird auch durch Blutegelextract verhindert (Haycraft); letzteres ist ein wässeriges, sterilisirtes Extract der durch Alkohol gehärteten, getrockneten und gepulverten Köpfe von *Sanguisuga offic.*

Die Darstellung des Fibrins geschieht gewöhnlich derartig, dass man frisch aus der Ader geflossenes Blut mit einem Quirl oder Stabe tüchtig umrührt und alsdann das in langen Fasern sich ausscheidende Fibrin durch anhaltendes Auswaschen mit Wasser von Blutkörperchen befreit. Das Blut verschiedener Thierarten liefert hierbei Fibrine, die in ihren Löslichkeitsverhältnissen etwas von einander abweichen. Das frisch dargestellte, noch feuchte Fibrin bildet eine weisse, undurchsichtige, faserige, elastisch zähe Masse, die beim Trocknen eine harte, spröde, durchscheinende Beschaffenheit annimmt. In Wasser, Alkohol, verdünnter Salzsäure und Kochsalzlösung ist es unlöslich, jedoch quillt es in letzteren beiden Lösungsmitteln allmählich zu einer schleimigen, gallertartigen Masse auf. Von verdünnten Aetzalkalien wird das Fibrin, besonders bei gelindem Erwärmen, unter Bildung eines Alkalialbuminats allmählich gelöst. Durch Säuren wird es aus dieser Lösung wieder abgeschieden.

b) Muskelfibrin (Myosin) bildet den Hauptbestandtheil des in den Sarcolemmaschläuchen der Muskelfasern eingeschlossenen Muskelplasmas. Im lebenden, ruhenden Muskel ist es im flüssigen, gelösten Zustande enthalten, es gerinnt jedoch vorübergehend bei jeder Muskelcontraction, vollständig, unter Eintritt der sogenannten Todtenstarre, bald nach dem Tode (Kühne). Das Muskelfibrin wird gewonnen durch Auspressen frischer, gefrorener Muskeln, oder durch tropfenweises Einfallenlassen des aus den Muskeln ausgepressten Plasmas in destillirtes Wasser, wobei sofort Coagulation stattfindet. Auch durch Ausziehen der Muskeln mit Salmiaklösung von 10 Proc. und Eingiessen dieser Lösung in viel Wasser kann das Muskelfibrin gewonnen werden. Das Myosin bildet eine fein- oder grobflockige, zähe, weisse Masse oder eine weisse, geruch- und geschmacklose, zusammenklebende Gallerte. Es ist unlöslich in Wasser und in einer mehr als 10 Proc. enthaltenden Kochsalzlösung. Kochsalzlösung von 5 bis 10 Proc. löst es leicht auf zu einer Flüssigkeit, die für sich nicht gerinnt, aus der jedoch durch Zusatz von Wasser, von verdünnten Säuren, von gepulvertem Kochsalz, sowie beim Erwärmen Myosin wieder abgeschieden wird. In sehr verdünnter Salzsäure löst es sich leichter als alle anderen Eiweisskörper zu Acidalbumin; durch Natriumcarbonat wird es aus dieser Lösung unverändert wieder abgeschieden. Bei längerer Berührung mit Salzsäure wird es in Syntonin verwandelt. Von verdünnten Aetzalkalien wird es als Alkalialbuminat gelöst.

Nach v. Fürth besteht das Muskelfibrin zu 20 Proc. aus Myosin und zu 80 Proc. aus Myogen; letzteres wird nach dem Ausfällen, namentlich durch Alkohol, nicht so rasch unlöslich wie das Myosin.

Syntonin (Parapepton, Acidalbumin) bildet sich beim Auflösen des Muskelfibrins in sehr verdünnter Salzsäure, sowie beim Lösen aller anderen Eiweissstoffe in concentrirter Salzsäure. Es wird erhalten durch Fällen einer filtrirten Lösung von reinem Fibrin oder coagulirtem Eiweiss in rauchender Salzsäure mit Wasser, Wiederauflösen des entstandenen Niederschlages in reinem Wasser und vorsichtiges Ausfällen der Lösung mit Natriumcarbonat. Das Syntonin oder Acidalbumin bildet frisch gefällt einen gallertartigen Niederschlag, welcher unlöslich in reinem Wasser und in Kochsalzlösung, leicht löslich in verdünnter Salzsäure (schon bei 0,1 Proc. HCl), verdünnten Lösungen von Aetzalkalien und Alkalicarbonaten ist. Das längere Zeit unter Wasser aufbewahrte Syntonin löst sich nicht mehr in verdünnter Salzsäure. Die sauren Lösungen coaguliren nicht beim Kochen, in der Kälte werden dieselben jedoch durch Kochsalz, Salmiak, Bittersalz, Glaubersalz und andere Salze gefällt.

c) Pflanzenfibrin (Glutenfibrin) ist im geronnenen Zustande in

den Samen der Getreidearten enthalten. Knetet man steifen Weizenmehlteig, welcher in ein leinenes Tuch eingebunden ist, so lange unter Wasser aus, bis das Wasser durch ausgewaschenes Stärkemehl nicht mehr milchig getrübt wird, so bleibt eine gelblichgraue, klebende, elastische, fadenziehende Masse, der Kleber (Gluten), zurück. Behandelt man 100 g dieses Klebers mit einer Lösung von 4 g Aetzkali in 4 Liter Wasser, versetzt die nach mehrtägigem Stehen klar abgegossene Flüssigkeit mit Essigsäure in geringem Ueberschuss und zieht den wieder ausgeschiedenen, gereinigten Kleber hierauf ohne Anwendung von Wärme nach einander mit Alkohol von 60 Proc., von 80 Proc. und schliesslich mit absolutem Alkohol aus, so bleibt Glutencaseïn (s. S. 1792) ungelöst, während Glutenfibrin und andere Stoffe in Lösung gehen. Um aus den vereinigten alkoholischen Flüssigkeiten das Glutenfibrin zu gewinnen, destillirt man die Hälfte davon ab und befreit das beim Erkalten abgeschiedene rohe Präparat durch Auswaschen mit absolutem Alkohol und darauf mit Aether von Pflanzenleim (Gliadin) und dem diesem sehr ähnlichen Mucedin. Das Glutenfibrin wird schliesslich durch Lösen in heissem Alkohol von 60 bis 70 Proc. gereinigt. Hieraus scheidet es sich beim Erkalten als eine zähe, braungelbe, nach dem Trocknen hornartige Masse ab, welche unlöslich in Wasser, löslich in heissem Alkohol, verdünnten Säuren und Aetzalkalien ist. In Ammoniakflüssigkeit quillt es zu einer Gallerte auf. In kochendem Wasser wird es coagulirt; es verliert dadurch seine Löslichkeit in Alkohol, verdünnten Säuren und Aetzalkalien. Beim Keimen der Samen geht das Pflanzenfibrin in Diastase über (Rittthausen).

Ein aus Weizenkleber hergestelltes, dextrinirte Kohlehydrate enthaltendes Eiweisspräparat scheint das „Roborat“ zu sein, welches als weissliches, sehr feines Pulver in den Handel kommt.

Behufs quantitativer Bestimmung der Eiweissstoffe in Pflanzenstoffen (Nahrungsmitteln, Futtermitteln) begnügt man sich meist damit, den Stickstoffgehalt derselben (aus 1 bis 2 g) nach der Methode von Will und Varrentrapp (s. S. 12) oder nach Kjeldahl (s. S. 13) zu ermitteln und daraus, unter der Annahme, dass die Eiweissstoffe im Mittel 16 Proc. Stickstoff enthalten, den Gehalt an Eiweiss durch Multiplication mit 6,25 zu berechnen (G). Genauer gestalten sich die betreffenden Resultate, wenn man zuvor die Ammoniaksalze, Amidosäuren, Alkaloide etc., welche die Pflanzenstoffe enthalten, entfernt. Zu diesem Zwecke kocht man nach Stutzer eine abgewogene Menge des zerkleinerten Untersuchungsobjectes (1 bis 2 g) mit Wasser, fügt breiförmiges, alkalifreies Kupferhydroxyd zu (0,3 bis 0,4 g), filtrirt, behandelt den Niederschlag mit absolutem Alkohol, trocknet ihn, bestimmt darin den Stickstoff (vergl. oben) und multiplicirt die gefundenen Werthe mit 6,25 (E). Da einige Alkaloide bei Gegenwart von Gerbsäure durch Kupferhydroxyd mitgefällt werden, so müssen derartige Stoffe vor dem Zusatz desselben davon durch Auskochen mit einem Gemisch von 99 ccm absoluten Alkohols und 1 ccm Essigsäure entfernt werden.

Enthalten die zu untersuchenden Materialien beträchtliche Mengen von Alkaliphosphat, so ist der Abkochung mit Wasser, vor dem Zusatz des Kupferhydroxyds, etwas Alaunlösung zuzufügen.

Die Menge des Eiweissstickstoffes, bezw. das Eiweiss ergiebt sich nach E, die des Stickstoffes der Nichteiweissstoffe als G—E (G = Gesammtstickstoff).

II. Globuline.

Wie bereits erwähnt, bezeichnet man als Globuline solche Eiweissstoffe, welche unlöslich in Wasser, aber löslich in verdünnter Kochsalzlösung sind.

Nach ihrem Verhalten zu Kochsalzlösung lassen sie sich in zwei Gruppen eintheilen, nämlich solche, die in Kochsalzlösung jeder Concentration löslich sind: das Globulin der Krystalllinse und die Vitelline, und solche, die aus ihren neutralen Lösungen durch festes Chlornatrium gefällt werden: das Myosin (s. oben), die fibrinogene und die fibrinoplastische Substanz. Die Abgrenzung der Globuline von den Nucleoalbuminen (s. S. 1789) ist keine scharfe; Vitellin, Ichthulin etc. werden daher häufig auch den Nucleoalbuminen zugezählt. Bei starker Verdünnung mit Wasser, sowie beim Erwärmen werden alle Globuline aus ihren Lösungen abgeschieden. Durch Einwirkung von verdünnten Säuren gehen die Globuline in Acidalbumin, von Aetzalkalien in Alkalialbuminate über.

a) Vitellin (Dotterstoff) ist ein wesentlicher Bestandtheil der Dottermasse der Vogeleier und der Eier vieler anderer Thierspecies. Einzelne Dottermassen enthalten es in Gestalt von charakteristischen, tafelförmigen Krystallen, den sogenannten Dotterplättchen. Zur Darstellung desselben schüttelt man Eidotter so lange mit Aether, bis dieser nicht mehr gefärbt wird, löst alsdann den Rückstand in Kochsalzlösung von 1 Proc., filtrirt und fällt das Vitellin durch starke Verdünnung mit Wasser. Es bildet eine farblose, amorphe Masse, welche unlöslich in Wasser, löslich in Kochsalzlösung, in verdünnten Säuren und Aetzalkalien ist (Hoppe-Seyler, Weyl).

Als Ichthulin und Ichthidin werden Vitelline bezeichnet, die sich in den Karpfeneiern vorfinden (Kossel, Walter).

Das sogenannte Aleuron oder die Proteïnkörner, welche sich in den ruhenden Samen und auch in anderen Pflanzenorganen, die ruhende Reservenährstoffe enthalten, finden, scheinen zu dem Vitellin in Beziehung zu stehen. Aehnliches gilt auch von den Krystalloiden, oder dem krystallisirten Eiweiss, welches in jenen Proteïnkörnern eingebettet ist. Krystallisirtes Eiweiss ist in den Kürbissamen, den Hanf- und Ricinussamen, sowie in beträchtlicherer Menge besonders in der Paranuss (*Bertholletia excelsa*) enthalten.

b) Fibrinoplastische Substanz (Paraglobulin, Plasmin, Serumglobulin, Serumcaseïn) findet sich besonders in den rothen Blutkörperchen, von wo aus sie in das Blutplasma diffundirt. Dieselbe kommt ferner vor im eiweisshaltigen Harn (s. S. 1785), im Chylus, in der Lymphe, im Eiter, in Trans- und Exsudaten etc. Sie wird gewonnen durch Einleiten von Kohlensäure in das mit dem zehnfachen Volum Wasser verdünnte Blutserum oder durch Neutralisiren oder schwaches Ansäuern desselben mit Essigsäure und darauf folgendes Verdünnen mit der 10- bis 20fachen Menge Wasser. Das Paraglobulin scheidet sich als eine weisse, feinflockige, amorphe Masse aus, welche unlöslich in Wasser, leichter löslich in verdünnter Salzsäure, in verdünnten Aetzalkalien, sowie in Kochsalzlösung von 1 bis 10 Proc. ist. Aus letzterer Lösung wird es durch Zusatz von Alkohol, von überschüssigem Kochsalz, von Magnesiumsulfat, von Ammoniumsulfat, sowie durch Erwärmen (bei 70 bis 75° C.) gefällt. Aus seiner alkalischen Lösung wird es durch Kohlensäure, sowie durch Essigsäure und durch Mineralsäuren abgeschieden, durch einen geringen Ueberschuss letzterer Fällungsmittel jedoch wieder gelöst (Kühne, Al. Schmidt, Panum, Weyl u. A.).

c) Fibrinogene Substanz (Fibrinogen) ist neben Paraglobulin im Blutplasma, im Chylus, in der Lymphe, in frischen Transsudaten etc. enthalten. Ohne Paraglobulin kommt das Fibrinogen vor in der Pericardial-, Pleura- und Hydroceleflüssigkeit. Es scheidet sich als ein klebriger Niederschlag aus, wenn man das Blutserum, nach Abscheidung des Paraglobulins, noch weiter mit Wasser verdünnt und von Neuem Kohlensäure einleitet oder wenig verdünnte

Essigsäure zufügt. In seinen Eigenschaften ist es dem Paraglobulin sehr ähnlich, von dem es sich nur durch seine klebrige Beschaffenheit und die schwierigere Fällbarkeit durch Kohlensäure unterscheidet. Es coagulirt schon bei 52 bis 56° C. (Al. Schmidt, Kühne, Hammarsten, Lilienfeld u. A.).

Ob die fibrinoplastische und die fibrinogene Substanz einheitliche Globuline sind, ist zweifelhaft.

d) Krystallin. Das in der Krystalllinse des Auges enthaltene Globulin ist der fibrinoplastischen und fibrinogenen Substanz sehr ähnlich, dasselbe wird jedoch durch Chlornatrium im Ueberschuss nicht gefällt. Das Krystallin setzt sich nach Mörner aus zwei verschiedenen Globulinen, dem α- und β-Krystallin, zusammen, die sich etwas in der Zusammensetzung und in der Coagulationstemperatur von einander unterscheiden.

Zu den Globulinen werden ferner gezählt das Eierglobulin, welches nach Hammarsten und Dillner im Eiereiweiss enthalten ist und das Milchglobulin, welches nach Sebelin in Spuren in der Milch vorkommt.

III. Proteïde.

Als Proteïde sollen im Nachstehenden mehrere in Wasser und Kochsalzlösung unlösliche Substanzen zusammengefasst werden, welche in ihrer Zusammensetzung und in ihrem chemischen Verhalten den Eiweissstoffen sehr nahe stehen. Bei der Behandlung mit concentrirten Säuren oder mit Aetzalkalien gehen sie langsam in Acidalbumine, bezüglich Alkalialbuminate über, gleichzeitig entstehen hierbei nichteiweissartige Körper, wie Farbstoffe, Kohlehydrate, Xanthinbasen etc. Gegen Salpetersäure, Millon'sches Reagens, sowie gegen zersetzende Agentien verhalten sie sich im Wesentlichen wie die Eiweissstoffe. Zu den Proteïden zählen die Hämoglobine (s. Blut), die thierischen Schleimstoffe, die Nucleoproteïde etc.

Die thierischen Schleimstoffe oder echten Mucine finden sich in stark gequollenem Zustande im Thierorganismus in grosser Verbreitung. Sie kommen vor in vielen Secreten, wie im Speichel, in der Galle, im Harn, in den Fäces etc., sowie auf den Schleimhäuten der Athmungsorgane und des Darmcanals, in den Drüsen, in der Kittsubstanz des Bindegewebes etc. Aus allen diesen Secreten lassen sich die Mucine durch Alkohol oder Essigsäurezusatz abscheiden. Am reinsten lässt sich das Mucin der Weinbergsschnecke darstellen, indem man die mit Sand zerriebenen Thiere mit viel Wasser auskocht und die colirte Flüssigkeit mit viel Essigsäure versetzt (Eichwald). Die Mucine bilden weisse, undurchsichtige, flockige Massen oder durchscheinende, spröde, hornartige Substanzen von schwach saurer Reaction. In Wasser sind sie unlöslich, sie quellen jedoch ausserordentlich stark auf zu einer opalisirenden Flüssigkeit, besonders bei Gegenwart von etwas Chlornatrium oder anderen Alkalisalzen. Durch Zusatz von viel Wasser, von Alkohol, von Essigsäure und von sehr verdünnten Mineralsäuren werden die Schleimstoffe aus jenen Flüssigkeiten gefällt. In concentrirten Mineralsäuren, ätzenden Alkalien und alkalischen Erden sind sie löslich. Die neutralen oder schwach alkalischen, mucinhaltigen Flüssigkeiten coaguliren beim Kochen nicht; sie zeigen schleimige, fadenziehende Beschaffenheit und werden durch Gerbsäure, Kupfer-, Quecksilber- und Silbersalze, sowie durch neutrales Bleiacetat kaum gefällt, wohl aber durch Bleiessig niedergeschlagen. Durch Kochen mit verdünnten Mineralsäuren werden die Mucine in Acidalbumin und ein auf Fehling'sche Kupferlösung reducirend wirkendes

Kohlehydrat zerlegt. Der Verlauf dieser Zersetzung, sowie die Menge und die Art des dabei gebildeten Kohlehydrates scheint bei den Mucinen verschiedenen Ursprungs verschieden zu sein. Aus Sputum-Mucin und Submaxillaris-Mucin isolirte Fr. Müller grosse Mengen von Glucosamin (siehe S. 886): Glycoproteïde —. Ueber die Unterschiede des Harnmucins vom Serumalbumin des Harns s. S. 811.

Einige Mucine sollen nach Landwehr durch Einwirkung von verdünnter Salzsäure bei mässiger Wärme in Eiweissstoffe und thierisches Gummi (?), eine Fehling'sche Kupferlösung reducirende, dem Gummi arabicum ähnliche Substanz übergeführt werden. Das thierische Gummi bildet nach Landwehr auch einen normalen Bestandtheil des Harns (?), aus dem es durch ein mehrfaches Volum Alkohol abgeschieden werden soll. Nach Folin ist das thierische Gummi kein Kohlehydrat, sondern eine Mucinalbumose.

Ueber das Pseudomucin (s. S. 1788). Ob das Mucin der Yamwurzel (*Dioscorea japonica*) zu den echten Mucinen oder den Pseudomucinen in Beziehung steht, ist zweifelhaft.

Mucoide nennt Hammarsten Schleimstoffe der Sehnen, des Glaskörpers des Auges, des Eiereiweisses, die in ihren Eigenschaften kleine Verschiedenheiten von den echten Mucinen zeigen.

Als Nucleoproteïde bezeichnet man phosphorhaltige Eiweissstoffe, welche sich in den Kernen der Eiterzellen, in den Blutkörperchen von Schlangen und Vögeln, sowie in der Bierhefe finden. Auch im Dotter des Hühnereies, in den Mohn-, Raps-, Erdnuss-, Palmkern-, Baumwollensamenkuchen, in der Leber, den Muskeln, der Milz, dem leukämischen Blute etc. kommen Nucleoproteïde vor. Die Nucleoproteïde verschiedenen Ursprungs sind einander ähnlich, jedoch nicht identisch. Die Nucleoproteïde sind in Wasser, Alkohol, Aether und verdünnten Mineralsäuren unlöslich. Die Nucleoproteïde sind schwache Säuren, deren Alkaliverbindungen in Wasser löslich sind, jedoch beim Kochen gerinnen. Essigsäure scheidet aus diesen Alkaliverbindungen das Nucleoproteïd wieder ab, dasselbe löst sich aber mehr oder minder schwer in einem Ueberschuss der Essigsäure (Unterschied vom Nucleoalbumin und Mucin). Die Nucleoproteïde, welche von Miescher, Hammarsten und besonders von Kossel und seinen Schülern eingehend untersucht sind, sind Verbindungen von Eiweiss mit Nucleïnsäuren. Sowohl das Eiweiss, als auch die Art der Nucleïnsäure und endlich auch die Bindungsweise derselben, ist bei den verschiedenen Nucleoproteïden verschieden. Bei der hydrolytischen Spaltung liefern die Nucleoproteïde zunächst Eiweiss (Histon) und Nucleïn, von denen letzteres dann weiter in Eiweiss und Nucleïnsäure zerfällt. Als weitere Spaltungsproducte liefern die Nucleïnsäuren schliesslich Xanthinbasen: Xanthin, Hypoxanthin, Guanin, Adenin etc., Kohlehydrate und Phosphorsäure.

Histone sind Eiweisskörper von basischem Charakter, die bei der Spaltung der Nucleoproteïde entstehen. Es zählen hierzu das Nucleohiston aus den Leukocyten der Thymusdrüse, das Histon aus Gänseblut, das Globin aus Hämoglobin und die Histone aus dem Sperma von Fischen: Scombron, Salmon, Arbacin. Die Histone werden durch vorsichtigen Zusatz von Ammoniak gefällt. In verdünnten Säuren sind sie leicht löslich; Salpetersäure ruft jedoch einen Niederschlag hervor, der sich in der Wärme auflöst, um beim Erkalten wieder aufzutreten. In salzfreier Lösung werden die Histone beim Kochen nicht gefällt, wohl aber bei Gegenwart von Salzen. Die allgemeinen Alkaloidreagentien (s. S. 1368) fällen die Histone schon in

neutraler Lösung. Eiweisslösungen werden durch die Histone gefällt (J. Bang).

Die echten Nucleïne (Nucleïne), welche besonders bei der Verdauung der Nucleoproteïde mit Pepsin entstehen, sind phosphorhaltige, amorphe, farblose, in Wasser und verdünnten Mineralsäuren unlösliche Körper von saurem Charakter. Von verdünnten Aetzalkalien werden einige leichter, andere schwerer gelöst. Die Nucleïne zeigen eine grosse Affinität zu vielen Farbstoffen. Sie geben die Biuretreaction (s. S. 1777) und die Millon'sche Reaction (s. S. 1776). In alkalischer Lösung werden die Nucleïne in Eiweiss und Nucleïnsäuren zerlegt; ersteres kann durch Essigsäure dann gefällt werden, während letztere hierbei in Lösung bleiben.

Nucleïnsäuren, welche sich als Bestandtheile junger, entwickelungsfähiger Zellen des Thier- und Pflanzenreiches sehr verbreitet finden, bilden phosphorhaltige, jedoch schwefelfreie, weisse, amorphe Massen von stark saurer Reaction. In ammoniakalischem oder alkalihaltigem Wasser sind sie leicht löslich, wogegen sie von Wasser allein in der Kälte nur wenig, reichlicher beim Erwärmen gelöst werden. Aus den alkalischen Lösungen werden sie nicht durch überschüssige Essigsäure, wohl aber durch einen geringen Ueberschuss von Salzsäure, besonders bei Gegenwart von Alkohol gefällt. In saurer Lösung geben die Nucleïnsäuren mit Eiweissstoffen Niederschläge. Beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure liefern sie Phosphorsäure, Kohlehydrate, bezw. deren Zersetzungsproducte, und Xanthinbasen (s. S. 803). Die Natur der letzteren (Xanthin, Hypoxanthin, Guanin, Adenin, Thymin) ist verschieden, je nach dem Ursprung der betreffenden Nucleïnsäuren, bezüglich der Nucleïne oder Nucleoproteïde.

Die Nucleïnsäuren verschiedenen Ursprungs zeigen verschiedene Zusammensetzung und auch etwas verschiedene Eigenschaften. Die Hefenucleïnsäure, welche durch Extrahiren von abgepresster Hefe mit alkalihaltigem Wasser und Fällen der filtrirten Auszüge mit Salzsäure und Alkohol erhalten wird, kann nach Schwickerath von schleimigen Beimengungen dadurch befreit werden, dass man dieselbe in verdünnter neutraler oder schwach alkalischer Lösung mit Kaliumpermanganat vorsichtig versetzt und aus der filtrirten Flüssigkeit dann die Nucleïnsäure von Neuem mit Alkohol und Salzsäure ausfällt. Die so erhaltene Nucleïnsäure ist eine weisse, amorphe Masse, die mit Metalloxyden Salze bildet, von denen das Eisen-, Silber- und Quecksilbersalz in Wasser löslich ist. Für therapeutische Zwecke empfohlen.

Das Thymin: $C^5H^6N^2O^2$, bildet sich neben einer zweiten, Cytosin: $C^{21}H^{30}N^{16}O^4 + 5\,H^2O$, genannten Base, wenn Thyminsäure eine Stunde lang mit Schwefelsäure von 30 Proc. gekocht wird. Das Thymin bildet kleine, quadratische, farblose, bei 250° C. schmelzende Krystalle, die schwer in kaltem, leicht in heissem Wasser löslich sind. Das Thymin ist sublimirbar. Dasselbe scheint ein Derivat des Pyrimidins: $\begin{matrix} CH{=}N{-}{-}CH \\ \| \qquad\quad \| \\ CH{=}CH{-}N \end{matrix}$, ein Methyl-Dioxypyrimidin, zu sein. Auch die in entsprechender Weise aus Hefenucleïnsäure dargestellte Base $C^4H^4N^2O^2$ ist ein Pyrimidinderivat, Dioxypyrimidin (Kossel, Ascoli). Die Thyminsäure: $C^{16}H^{25}N^3P^2O^{12}$, wird, neben der Adenin als Spaltungsproduct liefernden Nucleothyminsäure, aus dem Nucleïn der Thymusdrüse des Kalbes gewonnen. Sie fällt Eiweiss (Kossel, Neumann).

Zu den phosphorhaltigen Eiweissstoffen zählen auch die in dem Gehirn und in dem Nervenmark vorkommenden Protagone und Cerebroside.

Als Protagone bezeichnet man C, H, N, O, P und zum Theil auch S enthaltende, den Lecithinen (s. S. 654) nahestehende Substanzen, welche beim Kochen mit Barytwasser Stearin-, Palmitin- oder Oelsäure, Glycerinphosphorsäure, Cholin und Cerebroside (s. unten) liefern. Die Protagone verschiedenen Ursprungs, welche als eine Verbindung von Lecithinen mit Cerebrosiden angesehen werden, zeigen kleine Verschiedenheiten.

Zur Darstellung des Gehirnprotagons wird das von Blutgefässen und Häuten möglichst befreite, frische Ochsengehirn mit Alkohol von 85 Proc. fein zerrieben und dann damit mehrere Stunden lang bei 45° C. digerirt. Nach dem Abfiltriren bei derselben Temperatur wird das Ungelöste noch so oft in der gleichen Weise extrahirt, bis das Filtrat bei 0° nichts mehr ausscheidet. Die sämmtlichen bei 0° gebildeten Ausscheidungen werden hierauf gesammelt, durch wiederholtes Ausziehen mit Aether von Cholesterin und Lecithin befreit, alsdann abgepresst und über Schwefelsäure getrocknet. Rohprotagon ist hierauf zu zerreiben, in Alkohol von 85 Proc. bei 45° C. zu lösen und diese Lösung dann auf 0° abzukühlen. Die hierdurch erhaltenen Krystalle sind nöthigenfalls durch Umkrystallisation zu reinigen. Das Protagon bildet feine, weisse, zu Drusen gruppirte Nadeln, welche mit wenig Wasser unter Zersetzung aufquellen. In kaltem Alkohol oder Aether ist es kaum löslich, leicht dagegen in der Wärme (Liebreich, Kossel, Ruppel u. A.).

Cerebroside sind stickstoffhaltige, aber phosphorfreie, zum Theil krystallisirbare Stoffe, welche in den markhaltigen Nervenfasern vorkommen und als Spaltungsproducte der Protagone (s. oben) auftreten (Thudichum). Beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure spalten die Cerebroside Galactose (Cerebrose) ab. Beim Lösen in concentrirter Schwefelsäure und Eintragen dieser Lösung in kochendes Wasser werden sie in Ammoniak, Galactose und eine kleisterartige, in Aether lösliche Masse, Cetylid, gespalten, die beim Schmelzen mit Kalihydrat oder bei der Oxydation mit Salpetersäure Stearinsäure oder Palmitinsäure liefert. Zu den Cerebrosiden, bezw. deren Spaltungsproducten zählt das Cerebrin oder Phrenosin, das Cerebron, das Homocerebrin oder Kerasin und das Eukephalin.

Die von Thudichum als Neurostearinsäure, Spingosin, Aesthesin und Psychosin bezeichneten Spaltungsproducte des Protagons oder der Cerebroside dürften kaum als einheitliche Stoffe anzusehen sein. Dagegen gehören zu den Cerebrosiden die aus Eiter isolirten Stoffe Pyosin und Pyogenin (Kossel).

Protamine.

Protamine sind starke Basen, welche mit Säuren gut krystallisirende Salze liefern. Dieselben finden sich an Nucleïnsäure gebunden in den reifen Spermatozoën der Fische; die unreifen Hoden der Fische enthalten Histone, durch deren Umwandlung anscheinend die Protamine entstehen. Die Protamine liefern die Biuretreaction (s. S. 1777), nicht dagegen die Millon'sche und Adamkiewiez'sche Reaction (s. S. 1776 und 1775).

Salmin (Protamin): $C^{30}H^{57}N^{17}O^{6}$, wird den Spermatozoën des Lachses durch verdünnte Salzsäure entzogen (Miescher, Piccard, Kossel); mit dem Salmin ist das Clupeïn des Heringsspermas identisch (Kossel). Sturin: $C^{36}H^{69}N^{19}O^{7}$, findet sich in den Testikeln des Störs (Kossel). Durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure werden Salmin und Sturin gespalten in Arginin (s. S. 789), Lysin (s. S. 433) und Histidin.

Das Histidin: $C^{6}H^{9}N^{3}O^{2}$, welches häufig als Zersetzungsproduct der Eiweisskörper auftritt, bildet farblose, nadel- oder tafelförmige Krystalle, die sich mässig leicht in Wasser, schwer in Alkohol mit alkalischer Reaction

lösen. Linksdrehend. Das Hydrochlorid: $C^6H^9N^3O^2$, $HCl + H^2O$, bildet rhombische Krystalle. Durch Quecksilberchlorid wird Histidin in neutraler Lösung, durch Silbernitrat in ammoniakalischer Lösung gefällt: $C^6H^7Ag^2N^3O^2 + H^2O$.

Zu den Protaminen zählen ferner das Scombrin: $C^{30}H^{58}N^{16}O^6$, des Spermas der Makrele, das Cyclopterin des Spermas von *Cyclopterus lumpus* (Kossel) und das Tuberculosamin der Tuberkelbacillen (Ruppel).

IV. Albuminoïde.

Die Albuminoïde oder Albumoïde umfassen Proteïnstoffe, welche an der Bildung der Gewebe, des thierischen Gerüstes oder der thierischen Haut betheiligt sind. In ihren Zersetzungsproducten stehen die Albuminoïde den Eiweisskörpern sehr nahe. Sie zeichnen sich meist durch eine gewisse Widerstandsfähigkeit gegen die Eiweiss lösenden Agentien aus. Zu den Albuminoïden zählen der Hornstoff, das Elastin, das Fibroïn etc. Auch das Collagen und das Chondragen (s. Leim) werden häufig zu der Gruppe der Albuminoïde gerechnet.

Hornstoff, Keratin, bildet die Grundlage der Epidermisgebilde oder des Horngewebes der höheren Thiere [1]). Er bildet den Hauptbestandtheil der Klauen, Hufe, Krallen, Nägel, Hörner, Haare, Federn, Wolle, des Fischbeins, Schildpatts etc. Die Knochen enthalten kein Keratin. Die Hornsubstanz wird durch eine eigenthümliche, als Verhornung bezeichnete Umwandlung des eiweisshaltigen Protoplasmas gebildet. Ueber die Natur der Eiweissstoffe, welche die Hornsubstanz erzeugen, ist nur wenig bekannt; der Schwefelgehalt (2,7 bis 5 Proc.) derselben ist ein relativ sehr hoher. Die Spaltungsproducte der Hornsubstanz sind im Allgemeinen die gleichen, wie die

---

[1]) Die Grundsubstanz des äusseren und inneren Gerüstes der Gliederthiere, besonders das Skelett, die Panzer und Flügeldecken der Insecten, der Panzer der Crustaceen, die Bedeckung der Spinnen, wird nicht von Hornstoff, sondern von Chitin: $C^{15}H^{26}N^2O^{10}$ nach Ledderhose, $C^{18}H^{30}N^2O^{12}$ nach Schmiedeberg, gebildet, einer Substanz, die sich sowohl in der Zusammensetzung, als auch in dem chemischen Verhalten wesentlich vom Horn unterscheidet. Das Chitin findet sich ferner in verschiedenen Pilzen, z. B. *Agaricus campestris*, *A. muscarius*, *Polyporus officinalis*, *Claviceps purpurea*, *Bovista* etc. (Pilzcellulose, vergl. S. 827). Das Chitin wird gewonnen durch Auskochen von Krebsen oder Käfern mit starker Kalilauge bis zur Entfärbung und Auswaschen des zurückbleibenden Skeletts mit Wasser, verdünnten Säuren, Alkohol und Aether. Das Chitin verbleibt hierbei als eine farblose, durchscheinende Masse von der Form des angewendeten Materials, die beim Erhitzen verkohlt, ohne zu schmelzen. In Wasser, Alkohol, Essigsäure, verdünnten Mineralsäuren und verdünnten Aetzalkalien ist das Chitin unlöslich. Auch concentrirte Kalilauge greift es nicht an; concentrirte Schwefelsäure löst es auf. Verdünnt man letztere Lösung mit Wasser, so entsteht Traubenzucker neben Ammoniak und stickstoffhaltigen Spaltungsproducten. Chitin löst sich in concentrirter Salzsäure; beim Kochen damit bildet sich Essigsäure und Glycosamin: $C^6H^6(OH)^5.NH^2$, Chitosamin (s. S. 886). Wird das Chitin mit Kalihydrat und wenig Wasser auf 180° C. erhitzt, so geht es unter Abspaltung von Essigsäure in Chitosan (Mycosin): $C^{14}H^{26}N^2O^{10}$, über, welches noch die Form des ursprünglichen Chitins besitzt, jedoch in verdünnten Säuren löslich ist und durch verdünnte Jodlösung violett gefärbt wird. Durch kochende Salzsäure wird das Chitosan in Glycosamin verwandelt.

In Beziehung zu dem Chitin steht vielleicht auch das Corneïn: Gerüstsubstanz der Antiphatiden und Gorgoniden (Krukenberg), sowie das Conchiolin, die Skelettsubstanz der Muscheln (Voit).

der Eiweissstoffe. Die Darstellung des Keratins geschieht durch successives Auskochen des naturellen Hornstoffs mit verdünnten Säuren, Aetzalkalien, Wasser, Alkohol und Aether. Der gereinigte Hornstoff zeigt noch die Form und Textur des Gewebes, das zu seiner Darstellung diente. Mit Wasser gekocht, liefert er keinen Leim. In concentrirter Essigsäure und in Aetzalkalilösung quillt der Hornstoff zunächst gallertartig auf, um sich allmählich, namentlich bei Anwendung von Wärme, zu lösen. Beim Erwärmen mit Kalilauge findet Bildung von Schwefelkalium und Entwickelung von Ammoniak statt; aus der erzielten Lösung scheiden Säuren eine gelatinöse, stickstoffhaltige Substanz ab. Bei anhaltendem Kochen mit verdünnter Schwefelsäure liefert die Hornsubstanz besonders reichliche Mengen von Tyrosin (s. S. 1082). Die Mutterlauge des Tyrosins enthält nach Baumann und Guter Thiomilchsäure, sowie nach Mörner Cystin und Cysteïn (s. S. 416).

Die Thiomilchsäure: $CH^3—CH(SH)—CO.OH$, bildet ein öliges, unangenehm riechendes, nicht unzersetzt flüchtiges Liquidum, welches in Wasser, Alkohol und Aether löslich ist. Eisenchloridlösung ruft vorübergehend eine blaue, Kupfersulfatlösung eine violette Färbung hervor. Künstlich wird die Thiomilchsäure erhalten durch Einwirkung von KSH-Lösung auf das Natriumsalz der α-Chlorpropionsäure oder beim längeren Kochen einer mit H^2S gesättigten Lösung von brenztraubensaurem Silber. Durch Einwirkung von Benzylchlorid, bei Gegenwart von Natronlauge, geht die Thiomilchsäure in die in farblosen, bei 73° C. schmelzenden Nadeln krystallisirende Benzylthiomilchsäure: $CH^3—CH(S.C^7H^7)—CO.OH$, über.

Für arzneiliche Zwecke wird das Keratin dargestellt, indem man 10 Thle. geschabter Federspulen acht Tage lang mit einem Gemisch aus 50 Thln. Alkohol und 50 Thln. Aether in einem geschlossenen Gefässe extrahirt, den Rückstand mit lauwarmem Wasser nachwäscht und dann einen Tag lang mit einem Gemisch aus 1 Thl. Pepsin, 5 Thln. Salzsäure von 25 Proc. und 1000 Thln. Wasser bei 40° C. in Berührung lässt. Der Rückstand wird hierauf abermals ausgewaschen, getrocknet und dann 30 Stunden lang am Rückflusskühler mit 100 Thln. Essigsäure von 96 Proc. gekocht. Die erzielte Lösung wird hierauf durch Asbest oder Glaswolle filtrirt, zum Syrup eingedampft, auf Glasplatten gestrichen und bei mässiger Wärme getrocknet.

Das nach obigen Angaben bereitete Keratin bildet ein bräunlichgelbes Pulver oder ebenso gefärbte dünne Lamellen ohne Geruch und Geschmack. Erhitzt, entwickelt es den Geruch nach verbrennendem Horn. In den gewöhnlichen Lösungsmitteln ist es unlöslich, ebenso in verdünnten Säuren. Von Eisessig, Aetzalkalien und Ammoniak wird es gelöst.

Prüfung. Das Keratin gebe an Wasser, Alkohol, Aether, verdünnte Säuren und wässerige, mit Salzsäure angesäuerte Pepsinlösung nichts ab. Nach 24stündigem Digeriren mit 15 Thln. Essigsäure von 96 Proc. oder Ammoniaklösung von 10 Proc. hinterlasse es nicht mehr als 3 Proc. Rückstand. Der Aschengehalt übersteige 1 Proc. nicht.

Elastin findet sich im Bindegewebe höherer Thiere, besonders im Nackenbande des Rindes. Aus letzterem wird es ähnlich wie das Keratin aus Horn dargestellt. Es ist eine gelbliche, in feuchtem Zustande elastische, getrocknet spröde, harte Masse, die in Wasser aufquillt. Dasselbe enthält nur wenig, ziemlich lose gebundenen Schwefel. Beim Kochen mit mässig concentrirter Schwefelsäure liefert es bis zu 50 Proc. Leucin, dagegen nur sehr wenig Tyrosin und Arginin.

Fibroin (Seidenfibrin) bildet den Hauptbestandtheil der Seide. Beim

Auskochen der Rohseide mit Wasser bleibt es als eine weisse, hornartige Masse zurück, welche in wässerigem Kupferoxyd-Ammoniak, ähnlich wie die Cellulose, löslich ist. Von kochender Kalilauge und von concentrirten Säuren wird es ebenfalls gelöst; Wasser scheidet es aus diesen Lösungen anscheinend unverändert wieder ab. Bei längerem Kochen mit verdünnter Schwefelsäure liefert es Glycocoll, Alanin, Leucin und Tyrosin.

Spongin, welches das jodhaltige Gerüst des Badeschwammes bildet, steht in seinen Eigenschaften dem Fibroin und Keratin nahe. Jodspongin: $C^{56}H^{87}JS^{3}N^{10}O^{23}$, scheidet sich durch achttägige Maceration von Badeschwamm mit Schwefelsäure von 38 Proc. als pulverige Masse ab, die nach dem Abfiltriren durch Lösen in verdünnter Natronlauge und Fällen dieser Lösung durch verdünnte Schwefelsäure zu reinigen ist. Getrocknet: braunschwarze, amorphe Masse von saurem Charakter, unlöslich in Wasser, löslich in Ammoniak. Durch Ammoniumsulfat wird das Jodspongin aus letzterer Lösung ausgeschieden (E. Harnack).

In naher Beziehung zu den Eiweissstoffen scheint auch das Hyalin der Echinococcen-Mutterblasen und die amyloide Substanz zu stehen.

Die amyloide Substanz tritt als pathologisches Degenerationsproduct auf an den serösen Ueberzügen des Gehirns und der Nerven, sowie in der Milz, der Leber, den Nerven, den Lungen. Die amyloide Substanz bildet eine farblose, zerbröckelnde Masse, welche in verdünnten Säuren und in Eisessig unlöslich ist. Von Aetzalkalien und von concentrirteren Säuren wird sie unter Bildung von Alkalialbuminat, bezüglich Acidalbumin gelöst. Von angesäuerter Pepsinlösung wird sie nicht verändert. Jodlösung färbt sie röthlich und bei vorhergegangenem Betupfen mit concentrirter Schwefelsäure violett bis blau (Virchow).

Ueber das pflanzliche Amyloid siehe S. 868.

V. Eiweissartige Fermente.

Zu den Eiweissarten zählen auch die sogenannten ungeformten Fermente oder Enzyme oder Zymosen (vergl. S. 253 u. f.) pflanzlicher und thierischer Abstammung, wie z. B. das Emulsin, die Diastase, das Papaïn, das Invertin, das Pepsin, das Pankreatin etc. Alle diese Stoffe sind in Wasser löslich; aus ihren Lösungen werden sie nicht durch Kochen, wohl aber durch Alkohol und Bleiacetat (als Bleiverbindungen) abgeschieden. Beim Kochen ihrer Lösungen verlieren sie ihre Wirksamkeit als Fermente. Die Kenntniss dieser eiweissartigen Fermente ist noch eine sehr lückenhafte, da sie meist nicht einmal in annähernd reinem Zustande isolirt sind.

Emulsin oder Synaptase ist in den bitteren und süssen Mandeln enthalten (Liebig, Wöhler). Dieselbe findet sich auch in einigen Pilzen, wie in *Aspergillus niger*, *Boletus sulfureus* (Bourquelot), sowie in einigen Flechten, wie in Cladonia, Evernia, Parmelia, Usnea (Hérissey). Den süssen Mandeln wird es, nach Entfernung des Fettes durch Auspressen, durch mehrstündige Digestion mit Wasser entzogen. Aus der filtrirten Flüssigkeit scheidet man alsdann durch Essigsäure das Conglutin (s. S. 1792) ab und fällt dann aus dem wieder geklärten Liquidum das Emulsin durch starken Alkohol (Bull). Nach dem Auswaschen mit Alkohol und Trocknen über Schwefelsäure resultirt das Emulsin als eine weisse, zerreibliche, nur theilweise in Wasser lösliche Masse, welche beim Verbrennen eine sehr beträchtliche, grösstentheils aus Calciumphosphat bestehende Aschenmenge hinterlässt. Das vollkommen trockene Emulsin kann einige Stunden auf 100° C. erhitzt

werden, ohne seine Wirksamkeit einzubüssen, wogegen die wässerige Lösung desselben durch Kochen coagulirt und unwirksam wird. Auch bei gewöhnlicher Temperatur erleidet die wässerige Emulsinlösung unter Trübung und Bildung von Milchsäure eine Zersetzung, wenn sie einige Tage lang aufbewahrt wird. Das Emulsin wirkt besonders auf Glycoside, z. B. Amygdalin und Salicin, zerlegend ein.

Myrosin, das Ferment des weissen und schwarzen Senfes (Bussy), kann aus dem weissen Senfsamen in ähnlicher Weise wie das Emulsin dargestellt werden. Seine wässerige Lösung coagulirt schon bei 60° C. und wird dadurch wirkungslos. Ueber die Wirkung des Myrosins s. S. 769. Myrosin oder ein myrosinartig wirkendes Ferment kommt nach Bokorny, ausser in vielen Cruciferen, noch in einigen Leguminosen, Umbelliferen, Liliifloren, Resedaceen, Violaceen und Tropaeolaceen vor.

Diastase oder Maltin ist das aus Kleberbestandtheilen (Pflanzenfibrin) bei der Keimung der Getreidekörner, vielleicht als Oxydationsproduct, entstehende Ferment (Payen, Persoz), welches Stärke in Maltose (Isomaltose) und Dextrin verwandelt (s. S. 196). Die Sojabohnen (Morawsky, Stingl) und die Maiskörner (Grüss) scheinen Diastase fertig gebildet zu enthalten. Am reichlichsten ist die Diastase in den keimenden Getreidesamen enthalten, wenn die Länge des Würzelchens gleich der des Korns ist. Man gewinnt sie aus dem wässerigen Auszuge frischen zerriebenen Gerstenmalzes, indem man durch Erwärmen auf 70 bis 75° C. zunächst das vorhandene Eiweiss coagulirt und darauf die Diastase aus der filtrirten Flüssigkeit durch Alkohol ausfällt. Durch wiederholtes Lösen in Wasser und Wiederausfällen mit Alkohol, oder durch Dialyse kann die Diastase weiter gereinigt werden. Eine besonders wirksame, etwa ein Jahr lang haltbare Diastase wird nach Lintner in folgender Weise gewonnen: 1 Thl. Grünmalz oder abgesiebtes Luftmalz werde mit 2 bis 4 Thln. Alkohol von 20 Proc. 24 Stunden lang digerirt und das abgesaugte Extract mit dem zweifachen Volum absoluten Alkohols gefällt. Der entstandene Niederschlag wird von dem Alkohol durch Absaugen getrennt, dann in einem Mörser mit absolutem Alkohol zerrieben, wiederholt mit absolutem Alkohol, unter Zerreiben, ausgewaschen, schliesslich mit Aether zerrieben und zuletzt im Vacuum über Schwefelsäure getrocknet. Die über Schwefelsäure oder bei mässiger Wärme getrocknete Diastase ist eine gelblichweisse, amorphe, geruch- und geschmacklose Masse, die bei langem Aufbewahren ihre Wirksamkeit verliert. Die wässerige Lösung derselben erleidet rasch eine Zersetzung; im frischen Zustande besitzt sie eine ausserordentlich starke Fermentwirkung, so dass 1 Thl. Diastase gegen 2000 Thle., nach anderen Angaben sogar gegen 100000 Thle. in Wasser vertheilter oder damit verkleisterter Stärke bei 60 bis 65° C. umwandelt. Bei 100° C. verliert die Diastase und ihre Lösung vollständig die Wirksamkeit. Bei 50° C. können nach Lintner mit den kleinsten Diastasemengen die grössten Stärkemengen verflüssigt werden. Chlornatrium und Chlorkalium sind in geringer Concentration ohne Einfluss auf das Fermentativvermögen der Diastase. Bei höherer Concentration wirken dieselben hindernd auf das Fermentativvermögen. Kupfersulfat und wahrscheinlich die meisten Metallsalze setzen das Fermentativvermögen der Diastase herab, ebenso die saure oder alkalische Beschaffenheit der Lösung. Die Diastase des Weizenmalzes besitzt denselben Stickstoffgehalt und dasselbe Fermentativvermögen, die des Hafermalzes ein wenig höheres Fermentativvermögen, wie die des Gerstenmalzes.

Die Diastase weicht in ihrer Zusammensetzung von der der Eiweisskörper sehr ab (nach Lintner C: 46,66; H: 7,35; N: 10,41; S: 1,12 Proc.), giebt jedoch fast alle Reactionen derselben, dagegen nicht die für die Peptone

charakteristische Peptonreaction (s. dort). Nach Wroblewsky besteht die Diastase aus einem Gemisch von einem, den Albumosen nahestehenden Proteïnstoff und einem dextrinähnlichen Kohlehydrat, dem Arabon. Fehling'sche Kupferlösung wird durch reine Diastase nicht verändert. Wird eine frisch bereitete alkoholische Guajakharzlösung (1 bis 2 ccm) mit einigen Tropfen Wasserstoffsuperoxydlösung und darauf mit einem Tropfen Diastaselösung versetzt, so tritt sofort intensive Blaufärbung ein. Lösungen von Lab, Speichel, Pepsin und Invertin geben unter diesen Bedingungen diese Reaction nicht. Diastase giebt die Millon'sche Reaction und die Xanthoproteïnreaction. Bleiacetat ruft keine Veränderung, Bleiessig nur eine Trübung in Diastaselösung hervor.

Es ist vorläufig keine Thatsache bekannt, welche darauf hinweist, dass in dem Malze zwei Fermente existiren, von denen das eine stärkelösend, das andere verzuckernd wirkt; beide Eigenschaften sind vielmehr der Diastase eigenthümlich (Lintner).

Diastatische, Stärke verzuckernde Fermente finden sich auch in dem Pankreassecret (s. dort), im Speichel und in anderen thierischen Secreten.

Zur Ermittelung des Fermentativvermögens der Diastase, bezüglich des Malzes dienen nur Vergleichswerthe. Nach Lintner bereitet man sich eine Versuchsflüssigkeit, indem man in einem Arzneiglase 2 g lufttrockener Kartoffelstärke mit 10 ccm Salzsäure von 0,1 Proc. und 60 ccm Wasser, fest verschlossen, eine halbe Stunde lang im kochenden Wasserbade erhitzt, die erkaltete Flüssigkeit genau mit Natronlauge neutralisirt und zu 100 ccm auffüllt. Soll Malz auf seine Diastasewirkung geprüft werden, so extrahirt man 25 g davon, sorgfältig zerkleinert, sechs Stunden lang mit 500 ccm Wasser bei gewöhnlicher Temperatur und filtrirt hierauf den Auszug wiederholt, bis derselbe klar ist. Zur Ausführung der Bestimmung selbst bringt man in zehn Reagensgläser je 10 ccm obiger Stärkelösung, fügt der Reihe nach 0,1, 0,2, 0,3 etc. bis 1 ccm Malzauszug zu, lässt eine Stunde bei Zimmertemperatur stehen und setzt dann zu jedem Reagensglase noch 5 ccm Fehling'scher Lösung. Nachdem die Reagensgläser zehn Minuten lang in kochendem Wasser gestanden haben, ermittelt man, in welchem Reagensglase eben vollständige Reduction stattgefunden hat (vergl. S. 896). Das Fermentativvermögen eines Malzauszuges kann man = 100 setzen, wenn 0,1 ccm eines Auszuges von 25 g Malz mit 500 ccm Wasser unter obigen Bedingungen 5 ccm Fehling'sche Kupferlösung reduciren. Bei der Prüfung des Malzes ist durch Trocknen bei 100° C. eine Trockensubstanzbestimmung auszuführen und dann das Fermentativvermögen auf wasserfreie Trockensubstanz zu berechnen.

Malzextract, *Extractum Malti*, wird durch Ausziehen von zerkleinertem Gerstenmalze mit Wasser und Eindampfen der geklärten Auszüge im Vacuum zur Extractconsistenz gewonnen. Dasselbe wird um so mehr an wirksamer Diastase enthalten, je niedriger die Temperatur der Extraction und des Eindampfens gehalten wird. Gutes Malzextract besitzt eine bräunlichgelbe Farbe und enthält nach E. Dieterich 62 bis 67 Proc. Maltose, 2,5 bis 4 Proc. Dextrin, 3 bis 4,5 Proc. Eiweissstoffe, 1,3 bis 1,4 Proc. Asche, 0,36 Proc. P^2O^5, 1 Proc. freie Säure, als Milchsäure berechnet, und 73 bis 75 Proc. Trockensubstanz.

Zur Trockensubstanzbestimmung werden 2 g des Malzextractes bei 100° C. bis zum constanten Gewicht getrocknet, der Rückstand zur Bestimmung der Asche und diese zur Ermittelung der Phosphorsäure (mittelst Ammoniummolybdat) verwendet. Zur Bestimmung des Säuregehaltes werden 10 g Malz-

extract in 50 bis 100 ccm Wasser gelöst und die vorhandene freie Säure mit $^1/_{10}$-Normal-Kalilauge, unter Anwendung von empfindlichem Lackmuspapier, titrirt (vergl. Bier).

Zur Bestimmung der Eiweissstoffe wird in 2 g Extract der Gehalt an Stickstoff nach Kjeldahl (s. S. 13) ermittelt und die erhaltene Zahl mit 6,25 multiplicirt.

Die Bestimmung der Maltose gelangt in einprocentiger, wässeriger Extractlösung zur Ausführung, wie S. 926 angegeben ist. Die hierbei ermittelten Werthe fallen um ein Geringes zu hoch aus, da das Dextrin auch etwas reducirend auf die Fehling'sche Kupferlösung einwirkt. Das Dextrin ergiebt sich annähernd, wenn man von der Trockensubstanz die Summe der Maltose, der Asche und der Eiweisskörper abzieht. Soll das Dextrin direct bestimmt werden, so kann man nach E. Dieterich in folgender Weise verfahren: 5 g Malzextract werden in 25 g Wasser gelöst und die Lösung unter Umrühren allmählich mit 400 g absoluten Alkohols versetzt. Nach dem Absetzen wird der Dextrinniederschlag abfiltrirt, mit Alkohol gewaschen, in 60 ccm Wasser gelöst, die Lösung aufgekocht, filtrirt, und nach dem Erkalten zu 100 ccm verdünnt. 50 ccm dieser Lösung dienen direct zur Bestimmung der mit ausgefällten Maltose, die übrigen 50 ccm werden mit 0,5 ccm Salzsäure von 25 Proc. versetzt, drei Stunden lang im Wasserbade erwärmt, sodann mit Natronlauge neutralisirt, wieder auf 50 ccm gebracht und von Neuem zur Bestimmung mit Fehling'scher Kupferlösung verwendet. Die Differenz beider Bestimmungen (der Einfachheit wegen in Maltose ausgedrückt) ist auf Dextrin zu berechnen.

Zur Ermittelung des Fermentativvermögens könnte man mit einer wässerigen, fünfprocentigen Malzextractlösung in einer ähnlichen Weise verfahren, wie es oben für Malz erörtert ist. Nach A. Cripps verfährt man in folgender Art: Man vermischt 1 g zuvor bei 110° C. bis zum constanten Gewicht getrockneter Kartoffel- oder Arrowrootstärke mit 10 ccm kalten Wassers, setzt hierauf 100 ccm kochenden Wassers zu, kocht eine halbe Stunde, lässt erkalten und füllt zu 100 ccm auf. 50 ccm dieser Stärkelösung werden alsdann in einem Kolben auf 55° C. erwärmt, mit 5 ccm einer Malzextractlösung 5 g : 50 ccm versetzt und diese Mischung alsdann weiter auf der Temperatur von 55° C. erhalten. Nach fünf Minuten, nöthigenfalls in weiteren Zwischenräumen von fünf zu fünf Minuten, werden 4 ccm obiger Mischung in ein Reagensglas gethan und mit 1 ccm Jodlösung (0,1 g Jod, 0,2 g Jodkalium, 100 g Wasser) auf Stärke geprüft. Ein gutes Malzextract soll unter diesen Bedingungen nach 10, spätestens 15 Minuten keine Stärkereaction (Blaufärbung) mehr geben. Eine Bestimmung des Diastasegehaltes, ausdrückbar in absoluten Werthen, ist zur Zeit noch nicht ausführbar.

Als Gummiferment bezeichnet Wiesner ein diastatisches Enzym, welches in den Gummiarten und in den in Gummi- und Schleimmetamorphose begriffenen Geweben vorkommt. Durch dieses Ferment erfolgt nach Wiesner in der lebenden Pflanze die Umwandlung der Cellulose in Gummi (Arabin, Bassorin) oder Pflanzenschleim. F. Reinitzer stellt dies jedoch in Abrede. Es unterscheidet sich von der Diastase dadurch, dass es Stärke im Wesentlichen nur in Dextrin, und nur in geringem Umfang in eine reducirende Zuckerart verwandelt.

Kocht man etwas Gummi arabicum mit etwas Orcin und concentrirter Salzsäure, so färbt sich diese Flüssigkeit, in Folge des Gummifermentes (?), welches im Gummi arabicum enthalten ist, zunächst roth, dann violett und scheidet schliesslich einen tiefblau gefärbten, in Alkohol löslichen Niederschlag ab. Reine Diastase und reines Pepsin rufen unter diesen Bedingungen

keine Färbung hervor. Wird ferner 0,01 g Gummi arabicum mit einigen Tropfen einer wässerigen Phloroglucinlösung von 4 Proc. und 2 ccm concentrirter Salzsäure gekocht, so nimmt die Flüssigkeit, in Folge des Gummifermentes (?), rothe und violette Farbe an und scheidet dann einen dunkel gefärbten Niederschlag ab, der, in Alkohol vertheilt, violett gefärbt erscheint (Wiesner).

Als Laccase bezeichnet G. Bertrand ein der Diastase nahestehendes Ferment, welches in vielen Pflanzen, besonders aber dem Saft des Lackbaumes enthalten ist. Die Laccase scheidet sich aus, wenn der durch Einschnitte in die Stammrinde der zur Gattung Rhus gehörenden, im südöstlichen Asien vorkommenden Lackbäume gewonnene Saft mit Alkohol versetzt wird. Dieser Saft, welcher neben Laccase noch das in Wasser unlösliche, in Alkohol leicht lösliche, ölige Laccol enthält, wird von den Chinesen und Japanern zur Herstellung des prächtigen Firniss verwendet, mit welchem dieselben Möbel etc. überziehen. Die Laccase ist durch ein grosses Absorptionsvermögen für Sauerstoff und ein hierdurch bedingtes kräftiges Oxydationsvermögen ausgezeichnet.

Oxydirend wirkende Fermente, Oxydasen, Oxydationsfermente, sind von Bourquelot, Woods, Brown, Morris, Loew u. A. in zahlreichen niederen und höheren Pflanzen, sowie von Jaquet, Salkowski, Spitzer u. A. in verschiedenen thierischen Geweben und im Blute nachgewiesen worden.

Betulase ist ein in der Rinde von *Betula lenta* enthaltenes und daraus durch Glycerin extrahirbares Ferment, welches das Gaultherin (s. S. 1702) in Salicylsäure-Methyläther und Traubenzucker spaltet (Schneegans).

Papaïn (*Papayotinum*, Papayin, Pflanzenpepsin) ist das pepsinartig wirkende Ferment des Saftes der grünen Früchte, der Blätter und des Schaftes von *Carica Papaya*, einer in Südamerika heimischen, in anderen tropischen Ländern cultivirten Papayacee (Peckolt). Der aus Einschnitten in den Schaft, die Blätter oder die grünen Früchte in reichlichem Maasse ausfliessende Saft theilt sich beim Stehen in eine wässerige Schicht und in eine fleischige Masse. In der wässerigen Flüssigkeit ist die Hauptmenge des Fermentes enthalten; aus der fleischigen Masse wird durch Digeriren mit Wasser und Filtriren eine weitere Menge davon erhalten. Um dasselbe zu gewinnen, engt man die mit einander gemischten, filtrirten Flüssigkeiten, bei sehr gelinder Wärme, am besten im Vacuum, auf ein kleines Volum ein und fügt dann ein vielfaches Volum Alkohol zu. Der entstandene Niederschlag wird alsdann abermals in wenig Wasser gelöst, die klare Lösung mit Alkohol von Neuem gefällt und der Niederschlag endlich im Vacuum oder bei 30 bis 35° C. getrocknet. Das auf diese Weise bereitete Papaïn bildet eine amorphe, weissliche, in Wasser leicht lösliche, schwach adstringirend schmeckende Masse.

Eine weitere Reinigung des Papaïns kann durch Dialyse, wobei das Papaïn im Wesentlichen im Dialysator verbleibt, oder derartig bewirkt werden, dass man die Lösung desselben vorsichtig mit Bleiessig versetzt, um beigemengtes Eiweiss zu entfernen, und das Filtrat mit Schwefelwasserstoff entbleit. Da sich das gebildete Schwefelblei nur sehr schwer absetzt, so klärt man die Mischung, nach genügender Concentration im Vacuum, durch Zusatz von einigen Tropfen Alkohol und fällt endlich das Ferment durch weiteren Zusatz von Alkohol. Das derartig gereinigte Papaïn löst sich schon in wenig Wasser zu einer gummiartigen Masse vollständig auf. Die wässerige Lösung schäumt beim Schütteln und trübt sich beim Erhitzen, ohne zu coaguliren. Salzsäure und Salpetersäure rufen Fällungen hervor, die im

Ueberschuss des Fällungsmittels löslich sind. Phosphorsäure und Essigsäure fällen nicht, wohl aber Metaphosphorsäure, Essigsäure und Ferrocyankalium, Kupfersulfat, Gerbsäure, Pikrinsäure, Platinchlorid und Millon'sches Reagens. Bleiessig ruft nur eine Trübung hervor. 0,1 g des Fermentes vermag in schwach alkalischer Lösung, selbst nach dem Trocknen bei 100° C., 5 g und mehr (nach Wurtz sogar 200 g) feuchtes Fibrin energisch zu lösen. Das Papaïn ist an Stelle von Pepsin zur arzneilichen Anwendung empfohlen worden.

Prüfung. 0,1 g Papaïn, in 100 g Wasser gelöst, vermöge bei 30 bis 40° C., nachdem die Flüssigkeit mit Natriumcarbonat schwach alkalisch gemacht ist, 20 g frischen, zuvor schwach ausgepressten Blutfibrins innerhalb von vier Stunden zu lösen.

Als Invertin wird ein in der Hefe enthaltenes, in Wasser lösliches Ferment bezeichnet, welches die Fähigkeit besitzt, Rohrzucker in Invertzucker zu verwandeln (Hoppe-Seyler, Gunning, Donath u. A.). Dasselbe wird gewonnen, indem man lufttrockene, gepulverte Presshefe sechs Stunden lang auf 100 bis 105° C. erhitzt, die Masse alsdann mit Wasser auszieht und die klare Flüssigkeit mit dem fünf- bis sechsfachen Volum Alkohol von 95 Proc. fällt (Barth). Eine weitere Reinigung des Invertins lässt sich durch Dialyse seiner wässerigen Lösung erzielen (Osborne). Das Invertin ist ein weisses Pulver, welches mit Wasser eine beim Schütteln schäumende, klare Lösung liefert. In seinen Reactionen weicht das Invertin von den Eiweisskörpern wesentlich ab. Mit Essigsäure und etwas Kochsalz gekocht, erleidet die Lösung keine Trübung, ebenso wenig durch Ferrocyankalium. Bleiessig ruft eine starke Fällung hervor. Beim Kochen mit Salzsäure liefert das Invertin Mannose (Kölle). Invertirend wirkende Fermente, Invertasen, scheinen sich in vielen Pflanzen zu finden; ihr Verhalten zu den Disacchariden ist jedoch ein verschiedenes. Invertin spaltet nur Rohrzucker, andere Invertasen spalten auch Maltose, bezw. Milchzucker. Diese Invertasen werden als Glucasen, Maltasen, Lactasen etc. differenzirt.

Ueber die Zymase des Hefepresssaftes s. S. 255.

Bromelin ist ein pepsinähnliches Ferment, welches in der Ananasfrucht und anderen Bromeliaceenfrüchten vorkommt. Zur Darstellung desselben wird filtrirter Ananassaft unter 45° C. eingedickt, dann dialysirt und das im Dialysator Verbleibende mit Kochsalz gefällt. Das ausgeschiedene Ferment wird hierauf wieder gelöst, die Lösung nochmals dialysirt und schliesslich unter 45° C. eingedunstet. Das Bromelin ist ein weissliches, in Wasser lösliches, schwach säuerlich schmeckendes Pulver, welches bei 45 bis 50° C. auf Eiweissstoffe peptonisirend wirkt (Mosquera-Julia, Food).

VI. Toxalbumine.

Als „Toxalbumine" mögen im Nachstehenden eiweissartige Stoffe von starker physiologischer Wirksamkeit zusammengefasst werden, welche zum Theil im pflanzlichen und thierischen Organismus fertig gebildet vorkommen, zum Theil als Stoffwechselproducte pathogener Mikroorganismen anzusehen sind. Die chemische Kenntniss dieser im reinen Zustande kaum isolirten Toxalbumine ist vorläufig noch eine sehr lückenhafte.

Abrin ist das Toxalbumin der Samen *Abrus precatorius*, der Jequiritisamen. Zu dessen Darstellung werden die von der Schale befreiten, zerkleinerten Samen mit Kochsalzlösung von 4 Proc. extrahirt, die filtrirte, im Vacuum concentrirte Lösung wird alsdann mit Essigsäure angesäuert und

das Abrin durch Zusatz von Chlornatrium gefällt. Die ausgeschiedene Masse wird schliesslich durch Dialyse gereinigt (s. Ricin). Amorphes, gewöhnlich stark aschehaltiges, dem Ricin ähnliches, jedoch damit nicht identisches Pulver von stark giftigen Eigenschaften (Kobert, Hellin).

Ricin. Als „Ricin" bezeichnen Kobert und Stillmark den toxisch wirkenden, 2,8 bis 3 Proc. derselben betragenden Bestandtheil der Ricinussamen, von *Ricinus communis*. Das Ricin soll ein Eiweisskörper sein, der zur Gruppe der ungeformten Fermente gehört.

Zur Darstellung des Ricins werden enthülste, frische, zuvor stark ausgepresste Ricinussamen zerrieben und im Percolator mit Chlornatriumlösung von 10 Proc. erschöpft. Das filtrirte Percolat wird alsdann gleichzeitig mit Magnesiumsulfat und Natriumsulfat bei Zimmertemperatur gesättigt und hierauf kalt gestellt. Der gebildete weisse Niederschlag wird sodann von den ausgeschiedenen Salzen abgeschlämmt, gesammelt und unausgewaschen in einen Dialysatorschlauch aus Pergamentpapier gebracht. Letzterer wird zunächst drei Tage lang in gewöhnliches, hierauf drei Tage lang in destillirtes, oft zu wechselndes Wasser gehängt. Der Inhalt des Schlauches, welcher sich fest an die Wandungen ansetzt, ist mehrmals täglich abzukratzen, und falls sich die Poren des Schlauches verstopfen, in einen neuen Schlauch zu bringen. Die Temperatur ist so kühl zu halten, dass keine Fäulniss eintritt. Am Ende des Dialysationsprocesses trocknet man die restirende Masse über Schwefelsäure im Vacuum.

Das Ricin bildet zerrieben ein weisses, geruchloses, aschehaltiges, stark giftig wirkendes Pulver, welches sich leicht in Kochsalzlösung von 10 Proc. löst. Letztere Lösung giebt die Reactionen der Eiweisskörper.

Als Robin wird das in der Rinde von *Robinia Pseudacacia*, als Crotin (s. S. 679) das in den Samen von *Croton tiglium* enthaltene, stark giftige Toxalbumin bezeichnet (Kobert). Abrin, Ricin, Robin und Crotin fasst Kobert als pflanzliche Agglutinine, d. h. als Stoffe zusammen, welche die rothen Blutkörperchen zur Verklebung und Ausfällung bringen. Abrin, Ricin und Crotin bewirken auch ein Gerinnen der Milch.

Ueber die Toxalbumine, welche im Schlangengift und im Gifte der Spinnen enthalten sind, ist vorläufig wenig bekannt.

Thyrojodin, ein Spaltungsproduct des Thyreoglobulins, scheint der wirksame Bestandtheil der Schilddrüse des Schafes (*Glandula thyreoïdea*) und der daraus dargestellten Präparate zu sein. Zur Darstellung desselben kocht man zerkleinerte Schilddrüsen mit Schwefelsäure von 10 Proc. bis zur Lösung, sammelt den nach dem Erkalten der heiss filtrirten Flüssigkeit ausgeschiedenen braunen Niederschlag und kocht ihn wiederholt mit Alkohol von 85 Proc. aus. Aus dem Verdunstungsrückstand dieser alkoholischen Auszüge entfernt man das Fett durch Petroleumäther, löst das Ungelöste in Natronlauge von 1 Proc. und scheidet das Thyrojodin aus dieser Lösung mit verdünnter Schwefelsäure ab. Durch Wiederholung letzterer Operationen lässt sich das Thyrojodin noch weiter reinigen. Das Thyrojodin bildet ein braunes, amorphes, stark jodhaltiges (bis zu 9 Proc.) Pulver, welches fast unlöslich in Wasser, schwer löslich in Alkohol ist. Von verdünnten Aetzalkalien wird es leicht gelöst. Es liefert keine Eiweissreactionen (E. Baumann).

Auch die Schilddrüse des Menschen, sowie die Schilddrüse des Schweines enthalten eine dem Thyrojodin ähnliche Verbindung. Die Thymusdrüse des Rindes enthält dagegen kein Jod.

Das Thyrojodin findet, vermischt mit Milchzucker, arzneiliche Verwendung; das Thyrojodin-Bayer soll in 1 g die wirksame Substanz von 1 g Schilddrüse, bezw. 0,3 mg Jod enthalten.

Nach S. Fränkel enthält die Schilddrüse ausser Thyrojodin noch Thyreoantitoxin, einen krystallisirbaren, jodfreien Körper. Das sogenannte Thyraden soll beide Stoffe enthalten.

Als Thyreoïdin wird ein Schilddrüsenpräparat bezeichnet, welches durch 24stündige Extraction der zerkleinerten Schilddrüse des Schafes mit der zweifachen Menge Glycerin und Fällen des Auszuges mit Alkohol gewonnen wird (Vermehren). Die hierdurch ausgeschiedene Masse wird gesammelt, mit Alkohol ausgewaschen, mit Milchzucker verrieben und bei etwa 30° C. getrocknet.

Nach Notkin sind in der Schilddrüse zwei physiologisch wirksame Eiweisskörper enthalten, das giftige Thyreoproteïd und das fermentartige (enzymatische) Thyreoïdin. Letzteres wird als ein in Wasser lösliches Product von E. Merck als *Thyreoïdinum depuratum* in den Handel gebracht. Zur Darstellung dieses Präparates sollen die zerkleinerten Schilddrüsen zunächst längere Zeit mit Aether-Alkohol, zur Unlöslichmachung des Thyreoproteïds, behandelt, dann ausgepresst und hierauf mit stark verdünnter Alkalilösung extrahirt werden. Aus dem Filtrate soll dann das Thyreoïdin durch Zusatz von Säure und Aether-Alkohol gefällt werden. *Thyreoïdinum siccatum* besteht aus dem Pulver der bei mässiger Wärme getrockneten und entfetteten Schilddrüse des Schafes.

Ob die verschiedenen anderen thierischen Organe, welche jetzt als solche, im gepulverten Zustande, oder in Gestalt von Extracten arzneiliche Verwendung finden sollen, ebenfalls physiologisch wirksame Eiweissstoffe enthalten, ist nicht bekannt. Zu diesen isopathischen Präparaten zählt das Cardin, das Extract des Herzfleisches des Rindes; das Sequardin, das Spermin (s. S. 714) enthaltende Extract aus Stierhoden; das getrocknete Kalbsgehirn, *Cerebrum exsiccatum;* die getrockneten Nebennieren, *Glandulae suprarenales;* der getrocknete Hirnanhang des Rindes, *Hypophysis cerebri;* das getrocknete Ovarium von Kühen, *Ovarium siccatum;* die getrocknete Vorsteherdrüse des Stieres, *Prostata siccata;* die getrockneten Schaf- und Schweinsnieren, *Renes siccati;* die getrocknete Thymusdrüse des Kalbes oder des Schafes, *Thymus siccatus* etc.

Tuberculin. Das ursprüngliche, von Koch zur Bekämpfung der Tuberculose empfohlene Tuberculin bestand aus einer mit 40 bis 50 Proc. Glycerin versetzten Reincultur der Tuberkelbacillen, aus welcher letztere, nach ihrer Abtödtung durch Erhitzen auf 70 bis 100° C., unter Anwendung von Thonfiltern, möglichst entfernt waren. Eine derartige Flüssigkeit enthielt als wirksames Princip das Stoffwechselproduct der Tuberkelbacillen, ein Toxalbumin von grosser Giftigkeit, neben Mineralsalzen, Farbstoffen und Extractivstoffen, welche dem Nährboden der Bacillen entstammten. Das Tuberculin unterscheidet sich von den eigentlichen Toxalbuminen durch seine Beständigkeit bei höheren Temperaturen. In seinen Reactionen stellt es sich den Eiweisskörpern zur Seite. Um obiges Tuberculin weiter zu reinigen, fällte Koch dessen Lösung mit absolutem Alkohol, wusch den gebildeten Niederschlag wiederholt mit Alkohol von 60 Proc., dem schliesslich eine geringe Menge Kochsalzlösung zugefügt wurde. Durch Trocknen im Vacuum über Schwefelsäure resultirte hierbei ein hellgraues, in Wasser und in verdünntem Alkohol lösliches Pulver: gereinigtes Tuberculin.

Eine andere Reinigungsmethode des Tuberculins wandte Klebs insofern an, als er die in dem Rohtuberculin enthaltenen alkaloidartigen Stoffe durch Platinchlorid oder andere Agentien abschied. Hierbei wird das Tuberculin zwar mit ausgefällt, jedoch kann es diesen Niederschlägen durch Wasser wieder entzogen und aus letzteren Lösungen dann durch Alkohol von Neuem

abgeschieden werden: Tuberculoidin. Auch durch Dialyse ist versucht worden, die in dem Rohtuberculin enthaltenen Fremdkörper zu entfernen: Tuberculinsäure, Tuberculinose.

Das nach der *Pharmacop. germ. Ed. IV* officinelle *Tuberculinum Kochii* soll aus glycerinhaltigen Fleischbrüheculturen der Tuberkelbacillen durch Eindampfen auf ein Zehntel und darauf folgendes Filtriren erhalten werden. Dieses Tuberculin, welches eine klare, braune, 40 Proc. Glycerin enthaltende Flüssigkeit bildet, unterliegt der staatlichen Controle.

Antidiphtherin-Klebs ist das Stoffwechselproduct der Diphtheriebacillen. Seine Darstellung basirt im Allgemeinen auf demselben Princip, wie die des Tuberculins. In flüssigem Nährmedium gezüchtet, setzen sich die Reinculturen der Diphtheriebacillen nach einiger Zeit in Gestalt von zusammenhängenden Flocken zu Boden. Sie werden dann gesammelt, mit Glycerin von 20 Proc. extrahirt und durch Zusatz von etwas Orthokresol getödtet. Das Antidiphtherin dient zum Aufpinseln auf die erkrankten Stellen des Gaumens und des Rachens.

Als Malleïn wird ein aus Reinculturen des *Bacillus malleï* (Rotzbacillus) bereitetes Präparat bezeichnet, welches als diagnostisches Mittel zur Feststellung der Rotzkrankheit der Pferde dient. Dasselbe wird aus Reinculturen in einer ähnlichen Weise gewonnen, wie das Tuberculin (Adamkiewicz).

Diphtherieheilserum, Diphtherie-Antitoxin-Behring, *Serum antidiphtericum*. Zur Herstellung dieses Präparates werden junge, gesunde Pferde im Laufe von vier bis sechs Monaten durch Einspritzung von successive gesteigerten Dosen von Diphtheriegiftlösung (filtrirter, sterilisirter, alter Bouillonculturen des Diphtheriebacillus) gegen das Diphtherietoxin zunächst immun gemacht. Durch diese Behandlungsweise findet eine stetige Anreicherung an Diphtherieantitoxin in dem Blute dieser Thiere statt. Ist der gewünschte Antitoxingehalt des Blutes erreicht, so werden der Vena jugularis 1 bis 3 Liter Blut durch Canülen entnommen, letzteres in sterilisirten Maasscylindern aufgefangen und sofort 12 bis 14 Stunden lang auf 0° abgekühlt. Das hierdurch abgeschiedene klare Blutserum, welches das Diphtherie-Antitoxin enthält, wird alsdann abgegossen, hierauf mit 0,5 Proc. Phenol oder Orthokresol versetzt, auf Antitoxinwerth und Sterilität durch Thierversuche geprüft und schliesslich in kleine Flaschen abgefüllt. Eine weitere Entnahme von Blut findet dann je nach etwa acht Tagen noch zwei- bis dreimal, ohne erneute Einspritzung von Diphtherietoxin, statt. Hierauf muss dann, zur Erzeugung neuer Mengen von Diphtherietoxin, wieder eine mehrwöchentliche Einspritzung von Diphtherietoxinlösung bei den betreffenden Pferden stattfinden.

Als Maassstab für die Immunisirungseinheiten (I.-E.) des Diphtherieheilserums dient eine durch Bouilloncultur gewonnene Diphtherietoxinlösung, von der 0,01 ccm ein Meerschweinchen von 0,5 kg Gewicht innerhalb von fünf Tagen zu tödten vermögen. Von diesem Normalgifte wird 1 ccm durch 0,1 ccm des Normal-Diphtherieheilserums unschädlich gemacht. Ein Diphtherieheilserum, von dem 1 ccm ausreicht, um 200 ccm Normal-Diphtherietoxinlösung zu paralysiren, würde somit 200 Antitoxin-Normaleinheiten oder Immunisirungseinheiten im Cubikcentimeter enthalten, würde somit 200fach normal sein. Die Wirksamkeit und die Concentration des käuflichen Diphtherieheilserums ist nur durch Thierversuche zu constatiren. Die käuflichen Präparate, welche zum Theil in flüssiger, zum Theil in fester Form in den Handel gebracht werden, stehen unter staatlicher Controle.

Nach Ehrlich producirt der Diphtheriebacillus zwei Arten von Giftsubstanzen in etwa gleicher Menge, die Toxine und die Toxone, welche

beide durch Diphtherie-Antitoxin (Heilserum) unschädlich gemacht werden. Die Toxine (vielleicht auch die Toxone) sind keine einheitliche Substanzen, sondern zerfallen nach ihrer Bindungsfähigkeit gegen das Antitoxin in absteigender Reihe in Proto-, Deutero- und Tritoxine. Die Bindungsfähigkeit des am schwächsten wirkenden Tritoxins ist gegen Antitoxin jedoch immer noch erheblich stärker als die der Toxone. Jede Toxinart besteht weiter zu gleichen Theilen aus zwei Modificationen, die sich dem Antitoxin gegenüber zwar gleich, in der Beständigkeit aber verschieden verhalten.

Das in dem Heilserum enthaltene Antitoxin lässt sich aus seiner Lösung durch Sättigung derselben mit Magnesiumsulfat oder Ammoniumsulfat abscheiden. Die hierdurch erzielten Niederschläge können durch Dialyse weiter gereinigt werden.

Tetanus-Antitoxin ist ein gegen Starrkrampf empfohlenes Heilserum, dessen Bereitung auf ähnlichem Princip beruht, wie die des Diphtherieheilserums (Behring). Aehnliches gilt von dem Krebsheilserum von Emmerich und Scholl. Dagegen ist das Cancroïn-Adamkiewicz, welches ebenfalls zur Beseitigung von Carcinomen empfohlen ist, kein directes Bacterienproduct, sondern eine wässerige Lösung von Neurin (s. S. 712), die etwas Phenol und Citronensäure enthält.

Pepsin.

Pepsinum.

Das Pepsin ist besonders in dem von den Labdrüsen des Magens secernirten sauren Magensafte enthalten. Dasselbe besitzt die Fähigkeit, unter Mitwirkung von Säuren (besonders von Salzsäure), alle Eiweisskörper zu lösen und in Peptone (s. unten) umzuwandeln, sowie auch den Leim und die leimgebenden Gewebe der Nahrungsmittel in verdauliche, diffundirbare Producte überzuführen. Diese Umwandlungen finden am schnellsten bei einer Temperatur von 35 bis 40° C. statt. Wegen dieser die Verdauung befördernden Eigenschaft findet das Pepsin in grösserer oder geringerer Reinheit eine arzneiliche Anwendung. Seine Darstellung geschieht meist in chemischen Fabriken, und zwar nach Verfahren, deren Details nach Möglichkeit von den betreffenden Fabrikanten geheim gehalten werden.

Um das Pepsin aus der Magenschleimhaut in einer zum arzneilichen Gebrauche genügenden Reinheit zu isoliren, wende man einen Schweinemagen oder den Labmagen des Rindes um, wasche denselben nach Entfernung der Speisereste mit kaltem Wasser und schabe die Schleimhaut mit einem stumpfen Messer vollständig ab. Nach sorgfältiger Zerkleinerung extrahire man dieselbe mit etwa der vierfachen Menge Wasser, dem 5 Proc. Alkohol zugesetzt sind, filtrire die Flüssigkeit nach mehrstündigem Stehen von der häufig umgeschüttelten Masse ab, presse den Rückstand aus und verdunste die klaren Auszüge auf flachen Tellern im Vacuum oder bei einer 40° C. nicht übersteigenden Temperatur. Das auf diese Weise dargestellte Pepsin bildet eine hellbraune, amorphe, hygroskopische Masse von eigenthümlichem Brotrindengeruch, welche sich leicht in Wasser zu einer klaren, bei Gegenwart von Salzsäure energisch verdauend wirkenden Flüssigkeit löst. Aus der wässerigen Lösung wird das Pepsin durch Sättigung derselben mit Chlornatrium, sowie durch Zusatz von starkem Alkohol abgeschieden. Sammelt man das durch Chlornatrium abgeschiedene Pepsin auf einem leinenen Colatorium, presst es sanft aus, löst es von Neuem in Wasser und unterwirft dann die filtrirte Lösung der Dialyse, so verbleibt in dem Dialysator (das Pepsin diffundirt nicht durch die Membran) die Lösung eines wesentlich

reineren Pepsins, welche beim Verdunsten bei 40° C. oder besser im Vacuum ein haltbareres, nur sehr wenig hygroskopisches Präparat liefert.

Das Pepsin kann der abgeschabten Magenschleimhaut auch durch mehrtägige Digestion mit reinem Glycerin entzogen werden. Aus dieser Lösung wird es durch Eingiessen derselben in Alkohol wieder abgeschieden und kann durch Wiederholung dieser Operation weiter gereinigt werden.

Die Pepsine des Handels bestehen nur selten aus dem vorsichtig eingetrockneten, genügend gereinigten Verdauungssafte: *Pepsinum absolutum* —, sondern gewöhnlich aus Gemischen von letzterem Producte mit Milchzucker, Dextrin, Stärke etc. in sehr wechselnden Mengenverhältnissen.

Das reine, säurefreie Pepsin besitzt nicht die Fähigkeit, coagulirtes Eiweiss zu lösen und in Peptone überzuführen (passives Pepsin), es erlangt seine verdauende Kraft erst auf Zusatz einer freien Säure (actives Pepsin). Besonders wirksam erscheint es bei Gegenwart von Salzsäure, welche sich neben demselben im freien Zustande im natürlichen Magensafte findet. Indessen sind auch die meisten anderen Säuren, z. B. Schwefelsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure, Essigsäure, Oxalsäure und Milchsäure bei genügender Verdünnung im Stande, im Verein mit Pepsin coagulirtes Eiweiss in Pepton überzuführen. Ein zu starker Säuregehalt, sowie das Vorhandensein zu reichlicher Mengen der durch die Verdauung erzeugten Peptone wirken hemmend auf die verdauende Kraft des Pepsins ein. Ist die Verdünnung der freien Säure eine normale (bei Salzsäure 0,2 Proc.) und werden die gebildeten Peptone durch Diffusion entfernt, so vermag eine sehr geringe Menge Pepsin die Verdauung eines sehr grossen Quantums von Eiweissstoffen bei 35 bis 40° C. innerhalb einer verhältnissmässig kurzen Zeit zu vollenden, vorausgesetzt, dass die freie Säure, welche bei der Peptonisirung gebunden wird, immer auf dem normalen Gehalt durch erneuten Zusatz erhalten bleibt. Beim Kochen wird die Lösung des Pepsins nicht getrübt, sie verliert aber ihre verdauende Kraft. Auch durch längere Aufbewahrung unter Alkohol, sowie in Berührung mit stärkeren Säuren oder mit Alkalien verliert das Pepsin seine Wirksamkeit. Die Pepsinwirkung wird ferner verhindert durch die Gegenwart von Alkohol, von Aetzalkalien, Metallsalzen etc. Durch Platinchlorid, Chlornatrium, neutrales und basisches Bleiacetat wird das Pepsin gefällt. Wahrscheinlich nur mechanisch wird es niedergeschlagen, wenn aus seinen Lösungen Calciumphosphat oder Cholesterin gefällt wird. Die Reactionen der Eiweisskörper scheinen dem reinen Pepsin zu fehlen. Fäulniss scheint nur von geringem Einfluss auf das Pepsin zu sein.

Der Werth der im Handel befindlichen Pepsine bemisst sich nach ihrer verdauenden, bezüglich eiweisslösenden Wirkung, welche dieselben bei Gegenwart von verdünnter Salzsäure auszuüben im Stande sind. Das käufliche Pepsin sei ein feines, fast weisses, nicht hygroskopisches Pulver von schwach brotartigem Geruch und süsslichem, hinterher etwas bitterlichem Geschmack, welches sich in der 20fachen Menge Salzsäure von 0,2 Proc. löst. Die guten Handelssorten des Pepsins lösen sich in 50 Thln. Wasser von 25° C. leicht und mit nur sehr geringer Trübung auf, so dass durch eine 1 cm dicke Schicht der umgeschüttelten Flüssigkeit fett gedruckte Schrift (z. B. die Ueberschriften der Pharmakopöeartikel) deutlich lesbar ist. Fügt man dieser neutral oder doch nur sehr schwach sauer reagirenden Lösung noch zwei Tropfen Salzsäure zu, so tritt sofort derartige Klärung ein, dass man die erwähnten Schriftzüge noch durch eine 10 cm dicke Flüssigkeitsschicht deutlich lesen kann. Um die verdauende Kraft zu bemessen, löse man 0,1 g Pepsin in 100 ccm Wasser von 50° C., dem 0,5 ccm Salzsäure von 25 Proc. zugesetzt sind, füge dieser Lösung 10 g coagulirten Eiweisses,

welches durch ein Sieb, das auf ein Quadratcentimeter zehn Maschen der Länge und Breite nach enthält, zu grobem Pulver zerrieben ist, zu und lasse das Gemisch unter wiederholtem Umschütteln eine Stunde lang bei 40° C. stehen. Es löse sich hierbei alles Eiweiss, bis auf wenige, weissgelbliche Häutchen auf. Zum Vergleich führe man denselben Versuch, unter den nämlichen Bedingungen, jedoch unter Anwendung von 0,2 g oder mehr guten Pepsins, aus. Zur Gewinnung des coagulirten Eiweisses lege man ein Hühnerei in kochendes Wasser, erhalte dann das Wasser zehn Minuten im Kochen, bringe hierauf das Ei sofort in kaltes Wasser, trenne das coagulirte Eiweiss von der äusseren Haut und dem Eidotter und reibe es durch ein Sieb (siehe oben). Um die Menge trockenen Eiweisses zu ermitteln, welche hierbei gelöst ist, sammele man das Ungelöste nach einstündiger Digestion auf einem gewogenen Filter, wasche es mit Wasser aus, trockene es dann sofort bei 100° C. bis zum constanten Gewicht und wäge es. Gleichzeitig wird von 10 g des zerriebenen, zu dem Versuche verwendeten Eiweisses ebenfalls durch Austrocknen bei 100° C. die Trockensubstanz bestimmt. Das in Lösung gegangene Eiweiss ergiebt sich dann aus der Differenz dieser beiden Trockensubstanzbestimmungen. Ein Pepsin, von dem 0,1 g 10 g coagulirten Eiweisses unter obigen Bedingungen lösen, wird häufig als ein 100procentiges, richtiger als ein 1 : 100 wirkendes, bezeichnet. Es giebt jedoch Handelspepsine, von denen 0,1 g 100 und mehr Theile coagulirten Eiweisses, bei Gegenwart einer entsprechenden Menge 0,15- bis 0,2procentiger Salzsäure, zu lösen vermögen. Um die verdauende Kraft derartiger stark wirkender Pepsine annähernd zu ermitteln, führe man obigen Verdauungsversuch unter Anwendung von 0,05, 0,01 g oder noch weniger von dem zu prüfenden Pepsin aus.

In ähnlicher Weise ist auch der nach der *Pharm. germ. Ed. IV* 2,4 : 100 bereitete Pepsinwein zu prüfen. Derselbe wird bereitet, indem man 24 Thle. Pepsin obiger Qualität mit 20 Thln. Wasser und 20 Thln. Glycerin zu einem dünnen Brei verreibt, diesem 3 Thle. Salzsäure von 25 Proc. zusetzt und die Mischung 24 Stunden unter wiederholtem Umschütteln stehen lässt. Hierauf fügt man 92 Thle. weissen Syrup, 2 Thle. Pomeranzentinctur und 839 Thle. Xereswein zu, lässt absetzen und filtrirt.

Das aus dem Magen des Strausses dargestellte Strauss-Pepsin, sowie das aus dem Kropf der Hühner bereitete Ingluvin sind dem gewöhnlichen Pepsin sehr ähnlich.

Der Pankreassaft, das Secret der Bauchspeicheldrüse, besitzt gleichzeitig die Fähigkeit, Eiweisskörper zu lösen und zu peptonisiren, Stärke in Maltose, Isomaltose und Dextrin zu verwandeln und Fette in Glycerin und Fettsäuren zu spalten. Das Pankreassecret ist kein einheitliches Ferment, sondern setzt sich zusammen 1. aus dem eigentlichen Pankreatin (Myopsin oder Trypsin), einem peptonisirenden Ferment, 2. aus Amylopsin (Pankreasdiastase), einem saccharificirenden Ferment, und 3. aus Steapsin, einem die Fette zerlegenden Ferment. Die Wirksamkeit des Pankreassaftes der verschiedenen Thiere ist nach den verschiedenen Richtungen hin eine sehr verschiedene. Am gleichartigsten scheint der Schweinepankreas zu wirken. Zur Gewinnung des normalen Bauchspeichels bedient man sich der Anlegung von Fisteln, aus welchen direct oder durch eingelegte Canülen das Secret aufgesammelt wird. Das normale Bauchspeicheldrüsensecret ist klar, farblos, geruchlos, von syrupartiger Consistenz und schwach alkalischer Reaction. Es erstarrt beim Stehen gallertartig; beim Erhitzen coagulirt es. Starke Mineralsäuren bewirken ebenfalls Coagulation, während Essigsäure, Milchsäure, sehr verdünnte Salzsäure und Aetzalkalien keine Fällung hervorrufen. Durch Alkohol entsteht ein Niederschlag.

Zur Darstellung des Pankreatins zerkleinert und zerreibt man den Pankreas eines frisch geschlachteten Thieres (am besten Schweines), nachdem das anhaftende Fett und die umgebenden Häute möglichst entfernt sind, versetzt die breiige Masse mit Wasser, presst sie aus und versetzt die colirte Flüssigkeit mit Alkohol. Der Niederschlag wird alsdann gesammelt, mit Dextrin oder Milchzucker vermischt und bei mässiger Wärme getrocknet. Auch durch Verdunsten des wässerigen Pankreasauszuges auf flachen Gefässen, bei einer 40° C. nicht übersteigenden Temperatur, am geeignetsten im Vacuum, kann das Pankreatin gewonnen werden. In letzterem Fall bleibt das Pankreatin als eine gelbliche, eigenthümlich fleischartig riechende Masse zurück, welche grösstentheils in Wasser löslich ist.

Reiner wird das Pankreatin nach Kühne erhalten, wenn man obige Alkoholfällung in Wasser von 0° auflöst, nach dem Filtriren abermals mit absolutem Alkohol fällt und den Niederschlag von Neuem in Wasser löst. Durch Zusatz von 1 Proc. Essigsäure scheidet sich aus letzterer Lösung ein Eiweisskörper: Leukoid, aus. Das Filtrat hiervon, abermals mit Alkohol gefällt, liefert noch ein unreines Pankreatin, welches nur durch wiederholtes Lösen in Wasser und Fällen durch Alkohol, schliesslich durch Dialyse und Fällung der im Dialysator verbleibenden wässerigen Lösung mit Alkohol vollständig gereinigt werden kann. Durch Verdunsten der wässerigen Lösung des derartig gereinigten Pankreatins im Vacuum oder unter + 40° C. resultirt eine blass strohgelbe, durchsichtige, elastische Masse, welche leicht löslich in Wasser, jedoch unlöslich in Glycerin ist. Das weniger reine Pankreatin ist in Glycerin löslich. Durch Aufkochen der wässerigen Lösung wird das Pankreatin zersetzt. Die wässerige Lösung dieses Pankreatins verdaut Fibrinflocken fast momentan, unter successiver Bildung von Albumosen, Pepton, Leucin, Tyrosin und anderen Körpern. Das Pankreatin übt diese Wirkung, im Gegensatz zu dem Pepsin, welches nur in saurer Lösung verdauend wirkt, jedoch nur in neutraler oder schwach alkalischer Lösung aus (vergl. S. 1812).

Die *Massa Pancreatica Engesser* besteht aus gepulverter Pankreasdrüse, das *Pancreatinum glycerinatum* aus einem Glycerinauszug desselben.

Der Werth der im Handel befindlichen Pankreaspräparate bemisst sich nach ihrer fermentirenden Kraft. 0,1 g guten Pankreatins, gelöst in 50 g Wasser, sollen bei 40° C. 10 g coagulirtes, durch ein 1 mm weites Sieb zerriebenes Eiweiss innerhalb von sechs Stunden nahezu lösen und einen aus 30 g Stärke und 500 g Wasser bereiteten Kleister bei 40° C. innerhalb 15 bis 20 Minuten vollständig verflüssigen und in eine leicht filtrirbare, glycosereiche Flüssigkeit verwandeln. Obige Mischungen sind durch zeitweiligen Zusatz von etwas Natriumbicarbonatlösung stets neutral oder schwach alkalisch zu halten.

Als Ptyalin bezeichnet man das Ferment des menschlichen Speichels, welches die Fähigkeit besitzt, Stärke in Maltose und Isomaltose zu verwandeln (s. S. 846). Man erhält es, wenn man frischen gemischten menschlichen Speichel mit Phosphorsäure stark ansäuert, die Mischung mit Kalkwasser bis zur schwach alkalischen Reaction versetzt und den aus Calciumphosphat, den mechanisch niedergerissenen Eiweisskörpern und dem Ptyalin bestehenden Niederschlag mit Wasser auszieht. Aus dieser wässerigen Lösung scheidet Alkohol das Ptyalin in zarten, weissen Flocken ab (Cohnheim).

Das Labferment, Chymosin, wird von der gesunden Magenschleimhaut des Menschen, des Kalbes, des Schafes und wahrscheinlich auch anderer Säugethiere, neben Pepsin, secernirt. Zum Theil scheint es hierbei erst durch Einwirkung von Säure aus einem besonderen Zymogen (Ferment-

bildner) zu entstehen. Das Labferment, dessen Kenntniss eine sehr lückenhafte ist, wird gewöhnlich durch Extraction des zerkleinerten Kälbermagens gewonnen. Durch Erhitzen dieser Lösung, besonders bei Gegenwart von etwas Säure, wird das Ferment zerstört. Im reinen Zustande soll es nicht die Reactionen der Eiweisskörper liefern. Ueber die Wirkungsweise des Labfermentes s. S. 1790.

Labessenz, *Liquor seriparus.* Zur Darstellung der Labessenz eignen sich nach Soxhlet nur Labmagen von Saugkälbern, die zur Vermeidung von Gallertbildung im aufgeblasenen Zustande zuvor möglichst rasch an der Luft getrocknet sind. Von diesen, wenn möglich drei Monate lang aufbewahrten Magen wird der faltenlose Theil (das sich verjüngende Ende desselben) von der eingeschnürten Stelle an als fermentarm beseitigt. 100 g der zerkleinerten, getrockneten Labmagen werden dann mit einer Lösung von 50 g Kochsalz und 40 g Borsäure in 100 g Wasser, unter zeitweiligem Umschütteln, fünf Tage lang bei gewöhnlicher Temperatur extrahirt, die Flüssigkeit hierauf noch mit 50 g Kochsalz versetzt und nach dem Absetzen filtrirt. Es resultirt hierbei eine Flüssigkeit, von der anfänglich 1 ccm (nach Verdünnung mit 50 ccm Wasser) 18000 ccm Milch von 35° C. innerhalb von 40 Minuten coagulirt. Nach Verlauf von zwei Monaten findet unter diesen Bedingungen nur noch eine Coagulation von 10000 ccm Milch in 40 Minuten oder von 1000 ccm Milch in fünf Minuten statt.

Peptone.

Peptone werden die wasserlöslichen Producte genannt, in welche sämmtliche Eiweisskörper durch die Einwirkung des Magensaftes, der salzsäurehaltigen Lösung des Pepsins, des Pankreatins, des Papaïns und vielleicht noch anderer Fermente bei 35 bis 40° C. übergeführt werden. Allem Anschein nach liefern die verschiedenen Eiweisskörper auch verschiedene, wenn auch in ihren wesentlichsten Eigenschaften übereinstimmende Peptone, wobei jedoch nicht ausser Acht zu lassen ist, dass auch die Eigenschaften und die Zusammensetzung eines und desselben Peptons mehr oder minder verändert werden kann, je nachdem das betreffende Ferment längere oder kürzere Zeit darauf einwirkt. Der Bildung der Peptone aus Eiweissstoffen scheint die Bildung von Acidalbuminen oder Syntoninen (s. S. 1793) vorauszugehen, die dann ihrerseits durch Aufnahme von Wasser, durch Hydratation, allmählich in Peptone verwandelt werden. Als Zwischenglied zwischen den Eiweissstoffen und den Peptonen sind die Albumosen (s. S. 1788) zu betrachten. Peptone können auch bei der hydrolytischen Zersetzung der Eiweisskörper durch Säuren und Alkalien, sowie bei der Fäulniss derselben gebildet werden. In ihrer Zusammensetzung weichen die Peptone von der des Eiweissstoffes, aus welchem sie gebildet wurden, insofern ab, als sie weniger Kohlenstoff (47 bis 49 Proc.) enthalten. Sie scheinen die geeignete Form zu sein, in welcher die an und für sich undiffundirbaren Eiweissstoffe in Folge des Verdauungsprocesses in die circulirenden Säfte des menschlichen oder thierischen Organismus gelangen, um dort unmittelbar wieder in eigentliche Eiweisskörper zurückverwandelt zu werden. Die Rückverwandlung von Pepton in Eiweiss wird auch durch wasserentziehende Agentien bewirkt. Es ist jedoch unentschieden, ob das aus einem bestimmten Eiweissstoff, z. B. aus dem Albumin oder aus Fibrin entstehende Pepton ein chemisches Individuum oder ein Gemisch mehrerer Verbindungen ist.

Die verschiedenen, nach ihrer Abstammung und nach Art des Fermentes als Albumin-, Fibrin-, Caseïn-, Fleischpepton und Pepsin-, Pankreas-, Papaïnpepton unterschiedenen Peptone stimmen darin überein,

dass sie in Wasser und in verdünntem Alkohol leicht löslich sind und beim Verdunsten ihrer Lösungen als amorphe, hornartige, hygroskopische Masse zurückbleiben. In starkem Alkohol und in Aether sind sie unlöslich. Aus neutraler wässeriger Lösung werden daher die Peptone durch starken Alkohol in Gestalt von zusammenfliessenden Flocken gefällt, welche jedoch auch nach langer Aufbewahrung unter Alkohol ihre Löslichkeit in Wasser nicht verlieren. Die wässerigen Lösungen diffundiren im Gegensatz zu den Eiweisskörpern leicht durch thierische, schwer durch pflanzliche Membran. Die Peptonlösungen lenken den polarisirten Lichtstrahl nach links ab, jedoch ist die Ablenkung für Peptone verschiedenen Ursprungs eine verschieden starke. Durch Kochen werden die Peptonlösungen nicht coagulirt; durch mehrstündiges Erhitzen von trockenem Eiweisspepton wird eine Substanz gebildet, welche die Reactionen der Hemialbumose giebt. Durch Ammoniumsulfat und durch die Neutralsalze der Alkalimetalle werden die Peptone aus ihren Lösungen nicht gefällt, ebensowenig rufen Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure und Essigsäure weder in der Kälte, noch in der Wärme eine Fällung hervor. Auch Essigsäure und Ferrocyankalium bewirkt keinen Niederschlag. Metaphosphorsäure, Phosphowolframsäure, Phosphomolybdänsäure (bei Gegenwart von freien Säuren), Gerbsäure, Pikrinsäure, Quecksilberchlorid, Quecksilberoxydnitrat, Quecksilberjodid-Jodkalium, Goldchlorid, Platinchlorid, Silbernitrat und wenig Ammoniak, Bleiacetat und Ammoniak rufen in Peptonlösung Fällungen hervor. Mit Eisenoxydsalzen geben sie in verdünnten Lösungen keinen Niederschlag; Bleiessig veranlasst eine Trübung oder Fällung. Fügt man zu einer Peptonlösung zunächst Natronlauge und dann tropfenweise unter Umschütteln Kupfersulfatlösung von 2 Proc. zu, so nimmt die Mischung, ähnlich wie bei den Eiweissstoffen (s. S. 1777), zunächst eine rosa, dann eine violette Farbe an: Biuret-, Alkophyrreaction —. Diese Reaction ist ähnlich der eigentlichen Biuretreaction (vergl. S. 784), jedoch nicht damit identisch.

Nach Schützenberger und nach Kühne liefert das Eiweiss, wenn es der Einwirkung von verdünnten Mineralsäuren oder von Enzymen ausgesetzt wird, als Spaltungsproducte zwei Hauptgruppen von neuen Eiweissstoffen, die Antigruppe und die Hemigruppe, von denen sich die erstere durch grössere Widerstandsfähigkeit auszeichnet, als die letztere. Dem entsprechend nimmt Kühne auch zwei Hauptgruppen von Albumosen, Antialbumosen und Hemialbumosen, und zwei Hauptgruppen von Peptonen, Antipeptone und Hemipeptone, an. Bei der Pepsinverdauung entsteht nach Kühne, ausser verschiedenen Albumosen, ein Gemenge von Anti- und Hemipepton: Amphopepton genannt. Bei der Verdauung mit Pankreatin werden zunächst ebenfalls Albumosen und hieraus Peptone gebildet, jedoch soll bei weiterer Einwirkung das Hemipepton alsbald in Leucin, Tyrosin etc. gespalten werden, während das Antipepton unverändert bleibt. Bei genügend langer Pankreasverdauung soll nach Kühne somit nur ein Pepton, das Antipepton, resultiren. Nach Kutscher ist die Beständigkeit des Antipeptons nur eine relative, da es bei längerer Einwirkung von Pankreatin auch in einfachere Verbindungen, wie Lysin, Arginin, Histidin etc. gespalten wird. Die Eiweisskörper werden somit durch Pankreatin, bei genügend langer Einwirkung, schliesslich in dieselben Producte zerlegt, wie durch Mineralsäuren (s. S. 1775).

Einige Eiweissstoffe, die Glycoproteïde (Mucin und verwandte Stoffe), liefern bei der Spaltung, ausser der Anti- und Hemigruppe, noch eine dritte Gruppe, eine Kohlehydratgruppe, aus der bei weiterer Zersetzung, neben anderen Körpern, Glucosamin, Glucose etc. resultirt.

Für den Nachweis der Peptone im Harn ist es erforderlich, dass derselbe frei von Eiweiss (vergl. S. 1785) und von grösseren Mengen von Mucin ist (durch Essigsäure nicht getrübt wird, s. S. 819 und 1785). Zur Entfernung des Eiweisses (und gleichzeitig auch des Mucins) versetzt man 500 ccm des zu prüfenden Harns in einer geräumigen Porcellanschale mit so viel einer Lösung von Natriumacetat und concentrirter Eisenchloridlösung, dass die Flüssigkeit eine dunkel blutrothe Farbe annimmt, fügt hierauf so viel Natronlauge zu, dass nur noch eine sehr schwach saure Reaction verbleibt, kocht dann auf und filtrirt. Das Filtrat darf, mit Essigsäure und Ferrocyankalium versetzt, weder eine weissliche Trübung, noch eine blaue Färbung geben.

Ist der zu prüfende Harn nur mucinhaltig, so versetze man ihn mit so viel Bleiessig, dass ein dichter, flockiger Niederschlag entsteht, und filtrire alsdann.

Um sich überhaupt von der Anwesenheit von Peptonen zu überzeugen, versetze man eine Probe des eiweiss- und mucinfreien Harns mit $^1/_5$ Vol. Essigsäure und dann mit Phosphowolframsäurelösung (s. unten), die mit Essigsäure angesäuert ist. Bleibt die Lösung auch nach längerem Stehen völlig klar, so ist der Harn peptonfrei; tritt dagegen sofort oder nach zehn Minuten eine milchige Trübung ein, so kann der Harn Pepton enthalten. In letzterem Fall versetzt man den eiweiss- und mucinfreien Harn (etwa 500 ccm) mit $^1/_{10}$ Vol. concentrirter Salzsäure, fügt alsdann so viel von einer sauren Lösung von Phosphowolframsäure[1]) zu, bis kein Niederschlag mehr entsteht, und filtrirt sofort die entstandene Fällung ab. Der Niederschlag wird hierauf mit verdünnter Schwefelsäure (von 3 bis 5 Proc. H^2SO^4) ausgewaschen, noch feucht mit überschüssigem, festem Barythydrat innig verrieben, mit wenig Wasser bei gelinder Wärme digerirt, bis die anfängliche Grünfärbung in ein reines Gelb übergegangen ist, und die Mischung schliesslich filtrirt. Das Filtrat dient alsdann zur Anstellung der Alkophyrreaction (s. oben). Zu diesem Zweck kann man entweder den überschüssigen Baryt erst mit Schwefelsäure unter Vermeidung eines Ueberschusses ausfällen, das Filtrat einengen und dann mit Natronlauge und Kupfersulfatlösung prüfen (vergl. oben), oder, was kürzer ist, man fügt zu dem barythaltigen Filtrat direct einige Tropfen verdünnter Kupfersulfatlösung, filtrirt nach dem Umschütteln und betrachtet das Filtrat in 4 bis 5 cm dicker Schicht. Rosenrothe oder violette Färbung zeigt die Gegenwart von Pepton an. Auch durch Millon'sches Reagens lässt sich in dem eiweiss- und mucinfreien Filtrat das Pepton durch die bereits in der Kälte auftretende Rothfärbung nachweisen (Hofmeister).

Nach Salkowski lässt sich das Pepton im Harn auch in folgender Weise nachweisen: 50 ccm Harn werden, nach Zusatz von 5 ccm Salzsäure von 25 Proc., mit Phosphowolframsäure ausgefällt und die Mischung erhitzt, bis sich der Niederschlag in eine harzartige Masse verwandelt hat. Die überstehende Flüssigkeit wird hierauf möglichst vollständig abgegossen, die Harzmasse zweimal mit Wasser abgewaschen und dann in 8 ccm Wasser,

---

[1]) Die Phosphowolframsäurelösung wird bereitet, indem man zu einer kochenden, wässerigen Lösung von käuflichem, wolframsaurem Natrium Phosphorsäure bis zum Auftreten der sauren Reaction setzt, die Flüssigkeit nach dem Erkalten mit Essigsäure, bezüglich Salzsäure stark sauer macht und nach 24stündigem Stehen filtrirt (A). Auch durch Lösen von 200 g wolframsauren Natriums und 120 g phosphorsauren Natriums in 1000 ccm Wasser und Versetzen dieser Lösung mit 100 ccm concentrirter Schwefelsäure kann die Phosphowolframsäurelösung bereitet werden (B).

unter Zusatz von 0,5 ccm Natronlauge von 1,16 specif. Gewicht gelöst. Die erhaltene, blau gefärbte Lösung wird hierauf auf dem Drahtnetz erwärmt, bis sie schmutzig graugelb oder gelb geworden ist, nach dem Erkalten filtrirt (F) und tropfenweise mit Kupfersulfatlösung von 2 Proc. versetzt: Alkophyrreaction —. Da urobilinreiche Harne (vergl. S. 806) auch die Biuretreaction liefern, so ist die Lösung (F) vor dem Kupfersulfatzusatz davon zu befreien. Man säuere die Lösung (F) mit Salzsäure schwach an, schüttele sie mit Chloroform, worin sich das Urobilin löst, aus, und führe dann erst die Biuretreaction aus. Eiweiss oder viel Schleim enthaltende Harne müssen vor der Prüfung davon, wie oben angegeben, befreit werden.

Das aus Fleisch, Eiweiss, Caseïn und Fibrin bereitete Pepton findet wegen seiner leichten Verdaulichkeit als Nahrungsmittel für Kranke, sowie zu Klystiren Verwendung. Die käuflichen Peptone, welche gewöhnlich durch Pepsinverdauung der betreffenden Eiweisskörper dargestellt sind, enthalten Albumosen und Amphopepton meist in sehr wechselnden Mengenverhältnissen. Einige Handelspeptone werden auch durch Verdauung von Fleisch mit Pankreatin oder mit Papayotin, sowie durch Einwirkung von überhitztem Wasserdampf auf Fleisch, dem eine geringe Menge Salzsäure zugesetzt ist, dargestellt.

Peptonum carneum. Um Pepton aus Fleisch darzustellen, verwandle man 1000 Thle. fett- und knochenfreien Muskelfleisches (vom Rind) durch Zerhacken in eine möglichst feine, gleichartige Masse, füge 2000 Thle. Wasser, 30 Thle. Salzsäure von 25 Proc. und 5 Thle. officinellen Pepsins zu, und überlasse die Mischung bei 35 bis 40° C. so lange sich selbst (zwei bis drei Tage), bis die Muskelfaser gelöst ist. Die colirte Flüssigkeit wird hierauf genau mit Natriumcarbonatlösung neutralisirt, eine kurze Zeit auf 100° C. erhitzt, nach dem Absetzen abermals colirt oder nach Zusatz von etwas Alkohol filtrirt und die klare Flüssigkeit bei mässiger Wärme bis zum Syrup eingeengt. Ein ähnliches Peptonpräparat scheint das Witte'sche Pepton zu sein.

Das im Handel befindliche Sander'sche Pepton soll aus Ochsenfleisch, durch künstliche Verdauung mittelst Ochsenpankreas, dargestellt werden. Ueber die Darstellungsweise des Koch'schen und des früher Kemmerich'schen, jetzt Liebig'schen Fleischpeptons, welche in dem hohen Gehalte an Extractivstoffen an das Fleischextract erinnern, ist nichts Näheres bekannt.

Peptonum carnatum, Fibrinpepton mit Fleischextract. Zur Darstellung von Fibrinpepton bringe man 100 Thle. frischen, gewaschenen Blutfibrins mit 500 Thln. Wasser, 10 Thln. Salzsäure von 25 Proc. und 0,5 Thln. officinellen Pepsins zusammen, überlasse die Mischung bei 35 bis 40° C. unter öfterem Umrühren so lange sich selbst, bis alles Fibrin gelöst ist, und behandle alsdann die resultirende Flüssigkeit, wie unter *Peptonum carneum* erörtert ist. Dem auf diese Weise gewonnenen, zur Syrupconsistenz eingedampften Pepton wird gewöhnlich ein Zusatz von 5 Proc. Fleischextract gemacht. In ähnlicher Weise kann auch aus gekochtem und genügend zerkleinertem Hühnereiweiss ein Eiweisspepton, *Albumen peptonatum*, bereitet werden. Der aus Hühnereiweiss, nach anderen Angaben aus Eigelb dargestellte Nährstoff-Heyden besteht aus einem Gemisch von Albumosen und Alkalialbuminat.

Als Somatose wird von F. Bayer u. Comp. in Elberfeld ein aus Fleisch durch künstliche Verdauung hergestelltes, im Wesentlichen aus Albumosen bestehendes Präparat in den Handel gebracht, von dem 5 g 50 g Ochsen-

fleisch entsprechen sollen. Die Somatose bildet ein schwach gelb gefärbtes, geruch- und geschmackloses Pulver, welches leicht in Wasser löslich ist. Milchsomatose wird in entsprechender Weise aus Caseïn bereitet.

Denaeyer's flüssiges Pepton soll aus Rindfleisch durch Pepsin-Salzsäureverdauung hergestellt werden. Dasselbe enthält nach A. Stutzer 21,55 Proc. Trockensubstanz, bezw. 2,54 Proc. Salze, 10,58 Proc. Albumosen, 1,33 Proc. Pepton, 1,98 Proc. Leimpepton, 0,75 Proc. Leim, 2,35 Proc. stickstoffhaltige und 2,02 Proc. stickstofffreie Extractivstoffe (1892).

Auch die Maggi'sche Peptonnahrung, das Pepton-Aschmann, das Pepton-Finzelberg, sowie verschiedene amerikanische Peptonpräparate scheinen unter Anwendung von Pepsin-Salzsäure dargestellt zu sein.

Caseïn-Pepton. Das aus der Milch abgeschiedene und ausgewaschene Caseïn wird entweder durch Behandeln mit Wasser unter Druck oder durch Zusatz von Pepsin oder pepsinhaltigen Stoffen in saurer Lösung peptonisirt. Das ausgeschiedene Nucleïn wird von der erzielten Caseïnpeptonlösung getrennt, die letztere dann neutralisirt und bei mässiger Wärme eingedampft. Ein Caseïn-Pepton ist auch das von Weyl-Merck hergestellte.

Zu den mit Hülfe pflanzlicher Fermente hergestellten Peptonpräparaten gehören z. B. Cibil's Papaya-Fleischpepton und das Malto-Pepton von Brunn; bei letzterem soll das peptische Ferment des Sauerteigs Verwendung finden.

Hefe-Pepton wird aus getrockneter, reiner Bierhefe durch Einwirkung von Pepsin-Salzsäure in ähnlicher Weise, wie das Fleisch-Pepton gewonnen (Peeters). Dieses Pflanzenpepton soll 72 Proc. Eiweissstoffe, 12 Proc. Asche und 10 Proc. Wasser enthalten.

Um die nach den vorstehenden Angaben bereiteten Peptone von dem beigemengten Chlornatrium zu befreien, bringe man die neutrale, klare Flüssigkeit auf einen oder mehrere mit Pergamentpapier bespannte Dialysatoren und wechsle die Aussenflüssigkeit so lange mehrmals täglich, bis kein Chlornatrium mehr darin nachzuweisen ist. Die durch Diffusion verloren gehende Menge Pepton ist nur eine sehr geringe. Zur weiteren Reinigung kann man alsdann die chlornatriumfreie Peptonlösung bei mässiger Wärme concentriren, die Flüssigkeit mit viel starkem Alkohol fällen, das ausgeschiedene Pepton mit Alkohol und Aether waschen, es hierauf von Neuem in wenig Wasser lösen und die Lösung bei niederer Temperatur verdunsten (*Peptonum siccum*).

Bei der Prüfung der Handelspeptone bestimmt man den Wassergehalt durch Trocknen von 2 g bei 100° C. bis zum constanten Gewicht, den Aschengehalt, wie unter Milch angegeben ist (aus der zur Wasserbestimmung verwendeten Probe), das Fett, die unlöslichen Eiweissstoffe, die durch Kochen gerinnbaren Eiweissstoffe, die Menge der Albumosen und die Peptonmenge.

Zur Fettbestimmung trocknet man 5 bis 10 g Pepton mit Sand ein und extrahirt dann im Soxhlet'schen Apparat mit Aether (s. Milch).

Zur Ermittelung der unlöslichen Eiweissstoffe löst man 10 g festen, bezw. 25 g flüssigen Peptons in der zehnfachen Menge Wasser, filtrirt das Ungelöste ab, wäscht es aus, trocknet es und bestimmt darin (mit dem Filter) den Gehalt an Stickstoff nach Kjeldahl (s. S. 13). Durch Multiplication mit 6,25 ergiebt sich dann die Menge der unlöslichen Eiweissstoffe. Das Filtrat von den unlöslichen Eiweissstoffen wird hierauf mit Essigsäure angesäuert und gekocht; scheiden sich hierbei Eiweissflocken aus, so werden dieselben abfiltrirt und wird darin, wie oben erörtert, ebenfalls der Stickstoff-

gehalt ermittelt. Letzterer × 6,25 ergiebt das durch Kochen gerinnbare Eiweiss.

Zur Bestimmung der Albumosen verfährt man nach J. König und A. Bömer folgendermaassen: 50 ccm der von unlöslichem und gerinnbarem Eiweiss in obiger Weise befreiten wässerigen Lösung (1 bis 2 g des trockenen Peptons enthaltend) wird mit verdünnter Schwefelsäure angesäuert und in der Kälte mit gepulvertem Zinksulfat so lange versetzt, bis eine kleine Menge davon ungelöst bleibt. Die ausgeschiedenen Albumosen sind alsdann zu sammeln, mit kalt gesättigter Zinksulfatlösung auszuwaschen und ist darin ebenfalls, wie oben erörtert, der Stickstoffgehalt zu ermitteln. Letzterer × 6,25 ergiebt dann die Menge der Albumosen.

Eine genaue Ermittelung des eigentlichen Peptons in den käuflichen Peptonpräparaten ist zur Zeit kaum ausführbar. Zur Bestimmung desselben dient das zinksulfathaltige Filtrat der Albumosen (s. oben). Letzteres wird zu diesem Zweck stark mit Schwefelsäure angesäuert und mit phosphowolframsaurer Natriumlösung B (s. S. 1817) so lange vermischt, als noch ein Niederschlag entsteht. Letzterer wird abfiltrirt, mit verdünnter Schwefelsäure (1 : 3) ausgewaschen, sammt Filter noch feucht in einen Kolben gebracht und darin der Stickstoffgehalt nach Kjeldahl (s. S. 13) ermittelt. Durch Multiplication mit 6,25 berechnet man die Menge des Peptons. Obschon die Peptone nur 15,6 Proc. Stickstoff enthalten, so ist doch die den Eiweisskörpern (= 16 Proc. N) entsprechende Zahl 6,25 zur Berechnung zu benutzen, da mit dem phosphowolframsauren Natrium auch noch andere stickstoffhaltige Körper (Fleisch- und Xanthinbasen) gefällt werden. Die Gesammtresultate sind daher nur höchstens annähernde. Handelt es sich nur um einen qualitativen Nachweis von wirklichem Pepton, so kann obiger Phosphowolframsäureniederschlag auf Pepton geprüft werden, wie S. 1817 angegeben ist.

Eine exacte Bestimmung des Leims und des Leimpeptons in den käuflichen Peptonpräparaten ist nur schwierig auszuführen (vergl. A. Stutzer, Zeitschrift für analyt. Chemie, Bd. 31, 501 und Bd. 34, 372 und 568, sowie den Artikel Gelatine).

Zur Bestimmung des organischen Gesammtstickstoffs ermittele man nach Kjeldahl (s. S. 13), unter Anwendung von 1 bis 2 g trockenen Peptons, den Stickstoffgehalt und ziehe hiervon die Menge des als Ammoniaksalz vorhandenen Stickstoffs ab. Der Ammoniakstickstoff ist aus einer besonderen Probe (4 bis 5 g) durch Destillation mit Wasser und Magnesia usta oder besser Baryumcarbonat zu ermitteln.

Eine annähernde Trennung und Bestimmung der verschiedenen Eiweisskörper lässt sich in den Handelspeptonen und in dem Fleischextract durch Alkohol bewirken. 5 g festen Peptons oder Fleischextractes werden zu 20 ccm in Wasser gelöst und hierzu allmählich, unter fortwährendem Umrühren, 200 ccm absoluter Alkohol gesetzt. Bei flüssigen Peptonen oder Extracten (z. B. Cibil's Fleischextract) sind direct 20 g in dieser Weise zu behandeln. Hierdurch werden im Wesentlichen Leim, Albumosen neben etwas Pepton und Fleischbasen abgeschieden. Der Niederschlag (A) ist hierauf zu sammeln, mit Alkohol von 90 Proc. auszuwaschen und darin nach Kjeldahl der Stickstoffgehalt zu ermitteln.

Der aus einer zweiten Probe (5 g, bezüglich 20 g) in gleicher Weise erhaltene Niederschlag (A) wird alsdann in Wasser gelöst, die Lösung zur Abscheidung von unverändertem Eiweiss (U) gekocht, filtrirt und auf 250 ccm aufgefüllt. Von dieser Flüssigkeit werden 100 ccm mit 250 ccm Alkohol von

93 bis 95 Proc. (B), und 50 ccm mit 200 ccm Alkohol von 93 bis 95 Proc. (C) vermischt, die Niederschläge gesammelt, B mit Alkohol von 60 bis 64 Proc., C mit Alkohol von 78 bis 80 Proc. ausgewaschen und darin dann ebenfalls der Stickstoffgehalt nach Kjeldahl bestimmt. B ergiebt den Leimstickstoff, bezüglich × 5,55 (unter der Annahme von 18 Proc. im Glutin) die Menge des Leims in 2 g, bezüglich 8 g des Untersuchungsmaterials; C ergiebt den Leim + Albumosestickstoff, mithin 2 C — B den Albumosestickstoff. Aus letzterem Werth lässt sich dann die Albumose durch Multiplication mit 6,25 für 2 g, bezüglich 8 g des angewendeten Peptons berechnen. Ermittelt man weiter aus besonderen Proben den Gesammtstickstoff (G) und den Ammoniakstickstoff (D), so ergiebt sich der Pepton- + Fleischbasen- und Fleichsäurenstickstoff als G — C + D. Hiervon würde nöthigenfalls noch der Stickstoff des unveränderten Eiweisses (U) abzuziehen sein, jedoch enthalten die normalen Präparate hiervon gar nichts oder doch nur Spuren.

J. König und A. Bömer ermittelten (1889) auf obige Weise in:

	Liebig's Fleischextract	Kemmerich's Fleischextract	Kemmerich's Fleischpepton	Cibil's Fleischextract
	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.
Wasser	17,57	20,95	32,35	67,76
Gesammtstickstoff	9,32	8,94	9,88	2,77
Unlöslicher Eiweissstickstoff (U)	Spur	0,08	0,06	Spur
In Alkohol von 90 Proc. unlöslicher Stickstoff (A)	2,52	2,81	7,32	1,52
Leimstickstoff (B)	0,21	0,33	1,36	0,25
Albumosenstickstoff (C—B)	0,48	0,72	2,69	0,36

Eisenpepton, *Ferrum peptonatum* (nach E. Dieterich). A. 75 g frischen Eiweisses oder 10 g getrockneten Eiweisses werden in 1000 g Wasser gelöst, der Lösung 18 g Salzsäure von 25 Proc. und 0,5 g Pepsin zugesetzt und dieselbe bei 40° C. 12 Stunden oder so lange digerirt, bis Salpetersäure in einer herausgenommenen Probe nur noch eine schwache Trübung hervorruft. Nach dem Erkalten neutralisirt man mit Natronlauge, colirt und fügt eine Lösung von 120 g *Liqu. ferri oxychlorati Pharm. germ. Ed. IV* in 1000 g Wasser zu. Hierauf wird die Mischung abermals, und zwar sehr genau, mit stark verdünnter Natronlauge neutralisirt, der entstandene Niederschlag durch Decantiren von Chlornatrium befreit, hierauf auf einem dichten Colatorium gesammelt und nach dem Abtropfen in eine Porcellanschale gebracht, in welcher er mit 1,5 g Salzsäure von 25 Proc. so weit eingedampft wird, bis die hierbei resultirende Lösung (E) sich mit dem Pinsel auf Glasplatten streichen lässt, auf denen sie schliesslich bei 20 bis 30° C. ausgetrocknet wird.

B. Auch durch Lösen von 10 g reinen, chlornatriumfreien Peptons in 50 g warmem Wasser, Zufügen von 120 g *Liqu. ferri oxychlorati Pharm. germ. Ed. IV* und Eindampfen der Mischung lässt sich Eisenpepton darstellen. Die weitere Behandlung geschieht, wie oben erörtert ist.

Das nach obigen Angaben gewonnene Eisenpepton bildet dunkel granatrothe Lamellen, die sich langsam in kaltem, rascher in heissem Wasser zu

einer klaren Flüssigkeit lösen. Der Eisengehalt beträgt 25 Proc. Durch Einleiten von CO^2 wird die wässerige Lösung nicht zersetzt, Ammoniak, in geringer Menge zugesetzt, ruft eine Fällung hervor, die sich jedoch in einem Ueberschuss des Fällungsmittels wieder auflöst; nach Verlauf von ein bis zwei Stunden scheidet sich dann das Eisenpepton daraus wieder vollständig ab. In seinen Reactionen verhält sich sonst das Eisenpepton wie das Eisenalbuminat (s. S. 1780).

Liquor ferri peptonati (nach E. Dieterich). Die nach A. (s. oben) durch Erwärmen mit Salzsäure erhaltene Eisenpeptonlösung (E) werde mit Wasser bis zum Gewicht von 900 g verdünnt und dann mit 100 g Cognac vermischt. Auch durch Lösen von 16 g trockenem Eisenpepton in 680 g warmen destillirten Wassers und Vermischen der Lösung mit 100 g Cognac, 200 g weissen Syrups und 4 g aromatischer Tinctur lässt sich dieser Liquor bereiten.

Dieser *Liquor ferri peptonati* enthält 0,42 Proc. Eisen. Er bildet eine klare, dunkel rothbraune, schwach sauer reagirende und schwach eisenartig schmeckende Flüssigkeit. Ein ähnliches Präparat ist das „Carniferrol".

Zur Bestimmung des Eisengehaltes im *Ferrum peptonatum*, oder im *Liquor ferri peptonati* löst man nach Bosetti 0,5 g Eisenpeptonat in 20 g heissen Wassers, erhitzt diese Lösung (oder 20 g *Liquor ferri peptonati*) mit 10 g verdünnter Schwefelsäure (1 : 5), bis die hierdurch entstandene Ausscheidung wieder gelöst ist, verdünnt dann mit 200 g heissen Wassers, versetzt mit Ammoniak im Ueberschuss und erhitzt im Wasserbade, bis sich der Niederschlag vollständig abgeschieden hat und die Flüssigkeit selbst farblos geworden ist. Hierauf sammelt man den Niederschlag, wäscht ihn sorgfältig mit heissem Wasser aus, führt ihn dann durch Auftropfen von heisser, verdünnter Schwefelsäure in Lösung über und bestimmt in letzterer, nach dem Erkalten, das Eisen, wie bei *Liquor ferri albuminati*, S. 1781, angegeben ist.

Das *Peptonum hydrargyratum*, Quecksilberpepton, dessen Lösung zu subcutanen Injectionen empfohlen ist, wird dargestellt durch Fällung einer Auflösung von 1 Thl. Quecksilberchlorid in 20 Thln. Wasser mit einer wässerigen Peptonlösung (aus etwa 5 Thln. syrupförmigen oder 3 Thln. trockenen Peptons bereitet). Der entstandene Niederschlag ist nach dem Absetzen zu sammeln, nach dem Abtropfen in 50 Thln. Kochsalzlösung von 6 Proc. zu lösen und die Lösung auf 100 Thle. zu verdünnen. Nach E. Dieterich lässt sich das Quecksilberpepton bereiten, indem man zu einer filtrirten Lösung von 5 g Pepton in 45 g Wasser eine Lösung von 1 g Quecksilberchlorid und 5 g Chlornatrium in 44 g Wasser fügt.

Die von Leube und von Rosenthal arzneilich empfohlene Fleischlösung, *Solutio carnis*, ist als ein ziemlich umständlich bereitetes Gemisch aus Pepton und Fleischextract zu betrachten. Zu dessen Darstellung werden 1000 Thle. fein zerhackten, fettfreien Muskelfleisches (vom Rind) mit 1000 Thln. Wasser und 20 Thln. Salzsäure von 25 Proc. in ein Porcellangefäss gethan, dieses in einen Papin'schen Topf gestellt und die Mischung 10 bis 15 Stunden gekocht. Hierauf wird die Masse in einem Mörser zu einer Emulsion verrieben, dann von Neuem 15 bis 20 Stunden in einem Papin'schen Topf gekocht, endlich mit Natriumcarbonat neutralisirt und zum Brei eingedampft.

Fleischextract, *Extractum carnis*, ist eingedickte, die in Wasser löslichen Bestandtheile des Fleisches enthaltende Fleischbrühe. Es wird dargestellt, indem man frisches, mageres, von Fett und Sehnen möglichst befreites, zerkleinertes Fleisch mit kaltem Wasser auszieht, die Lösung zur

Abscheidung des Eiweiss auf 75 bis 80° C. erwärmt und dieselbe dann nach dem Coliren im Vacuum zur Extractconsistenz eindampft. Dasselbe enthält als wirksame Bestandtheile die in dem Fleisch enthaltenen Basen: Kreatin, Sarkin, Carnin, Carnosin[1]) etc., Phosphorfleischsäure, Inosinsäure, Albumosen (4 bis 5 Proc.), Spuren von Pepton und andere Körper. Es sei frei von coagulirbarem Eiweiss, Leim und Fett, besitze angenehmen Geruch und Geschmack und enthalte nicht mehr als 20 Proc. Wasser (durch Trocknen von circa 2 g bei 100° C. zu bestimmen). Der Aschengehalt übersteige 20 Proc. nicht (über die Bestimmung siehe Milch); die Asche enthalte nicht mehr als 10 Proc. Cl und im Mittel 30,5 Proc. P^2O^5. Der Stickstoffgehalt (aus etwa 1 g nach Kjeldahl zu bestimmen) betrage 8,5 bis 9,5 Proc.; in Alkohol von 80 Vol.-Proc. lösen sich 60 Proc. des Extractes. Die weitere Prüfung ist in einer ähnlichen Weise auszuführen, wie die der Peptone.

Der Fleischsaft „Puro", dessen Bereitung nicht bekannt ist, enthält nach Fresenius 36,6 Proc. Wasser, 2,3 Proc. unlösliches Eiweiss, 21,2 Proc. coagulirtes Eiweiss, 3 Proc. Leim, 6,8 Proc. Pepton, 1,2 Proc. Fett, 0,27 Proc. Ammoniak und 9,5 Proc. Asche.

Pflanzenfleischextract, vegetabilisches Fleischextract werden Hefepräparate bezeichnet, die in dem Aeussern, in dem Geschmack und in den Bestandtheilen Aehnlichkeit mit dem eigentlichen Fleischextracte zeigen. Zur Herstellung dieser Extracte sucht man nach verschiedenen Methoden, zum Theil durch künstliche Verdauung, die in der Bierhefe enthaltenen Eiweiss- und Extractivstoffe löslich zu machen und hierdurch wohlschmeckende, albumosereiche Nährpräparate zu erzielen. Zu diesen Präparaten gehören die als Bios, Eurostose, Carnos, Sitogen bezeichneten Producte.

Das dem Fleischextract äusserlich sehr ähnliche Sitogen enthält nach Filsinger 25,89 Proc. Wasser, 13,83 Proc. Asche (mit 6,14 Proc. P^2O^5), 11,84 Proc. stickstofffreie Extractivstoffe und 48,44 Proc. Stickstoffsubstanzen (mit 0,12 Proc. unlöslichen Albuminaten, 1,43 Proc. Ammoniakverbindungen, 1,68 Proc. Albumosen, 45,21 Proc. Fleischbasen, Peptone etc.).

Fleischsäure: $C^{10}H^{15}N^3O^5$ (M. Siegfried), findet sich in den Muskeln und in dem Fleischextract vor, und zwar in Verbindung mit Phosphorsäure, als Phosphorfleischsäure. Zur Darstellung derselben wird die wässerige Fleischextractlösung mit Barytwasser, unter Vermeidung eines Ueberschusses, bei gewöhnlicher Temperatur ausgefällt. Das Filtrat wird bei Siedehitze mit Eisenchlorid versetzt, wodurch sich das Eisensalz der Phosphorfleischsäure als rothbrauner Niederschlag abscheidet. Letztere Verbindung ist als „Carniferrin" arzneilich empfohlen. Das Carniferrin bildet ein braunes, geschmackloses, in verdünnten Säuren und Alkalien lösliches Pulver, welches 30 Proc. Eisen enthalten soll. Ein dem Carniferin entsprechendes Präparat lässt sich in analoger Weise auch aus den Molken der Milch darstellen.

Durch Erwärmen mit Barytwasser auf 50° C. wird das Carniferin, unter Abspaltung eines Kohlehydrates, von Phosphorsäure, Bernsteinsäure, sowie Paramilchsäure, und Bildung von Fleischsäure zersetzt. Dieselbe ist leicht löslich in Wasser, schwer löslich in Alkohol. Aus siedendem Alkohol scheidet sie sich in undeutlichen Krystallen aus. Die Fleischsäure giebt die

---

[1]) Das Carnosin: $C^9H^{14}N^4O^3$, ist eine dem Arginin (s. S. 789) nahestehende Base, die durch Phosphowolframsäure aus der Lösung des Fleischextractes gefällt wird. Das Nitrat bildet farblose, nadelförmige Krystalle. Rechtsdrehend. Das Carnosin selbst ist in Wasser leicht mit alkalischer Reaction löslich. Es bildet kleine, bei 239° C. schmelzende Nadeln (Gulewitsch).

Biuretreaction (s. S. 1777), nicht aber die Millon'sche Reaction (s. S. 1776). Die Fleischsäure scheint identisch mit dem Antipepton (s. S. 1816) zu sein.

Triferrin soll durch Ausfällung der bei der Pepsinverdauung von Caseïn in Lösung gehenden phosphorhaltigen Substanz mit Eisenoxydsalzen erhalten werden. Dasselbe soll das Eisensalz einer Paranucleïnsäure mit einem Gehalte von 22 Proc. Eisen und 9 Proc. Stickstoff sein (Salkowski).

Inosinsäure: $C^{10}H^{13}N^4PO^8$, ist eine syrupartige, vielleicht zur Phosphorfleischsäure in Beziehung stehende Verbindung, welche ebenfalls in dem Fleischextract vorkommt. Ihre Baryum- und Calciumsalze sind krystallisirbar. Beim Kochen dieser Salze mit Wasser, oder bei der Einwirkung von Zinn und Salzsäure wird, neben anderen Körpern, Hypoxanthin (s. S. 799) gebildet (Haiser).

Tropon ist ein in Wasser unlösliches Proteïnpräparat, welches zu einem Drittel aus animalischem und zu zwei Drittel aus vegetabilischem Eiweiss besteht. Zur Darstellung des Tropons dienen Fleischmehl, Fischmehl, Lupinen- und andere Leguminosensamen. Diese Materialien werden im gemahlenen Zustande unter Druck mit Wasserstoffsuperoxydlösung erhitzt und dann successive mit Wasser, Alkohol und Aether extrahirt. Hierdurch bleiben die Eiweissstoffe in unlöslicher Form zurück, wogegen Farbstoffe, Fette, Riech- und Extractivstoffe entfernt werden. An Stelle von Wasserstoffsuperoxyd soll auch Salzsäure und Kaliumchlorat, Phosphorsäure etc. verwendbar sein (Finkler). Gelbbraunes, fast geruch- und geschmackloses Pulver, welches etwa 90 Proc. Proteïnstoffe enthält.

Blut.

Das Blut, so lange es in dem Gefässsystem der Wirbelthiere circulirt, besteht aus einer klaren Flüssigkeit, dem Blutplasma, und zahlreichen, darin suspendirten, nur unter dem Mikroskop erkennbaren, scheibenförmigen Gebilden, den rothen und den weissen Blutkörperchen. In diesem Zustande bildet es eine rothe, undurchsichtige, alkalisch reagirende Flüssigkeit von 1,045 bis 1,075 specif. Gewicht, deren Menge beim Menschen etwa $^1/_{13}$, bei Neugeborenen nur etwa $^1/_{19}$ vom gesammten Körpergewicht beträgt. Die normalen Hauptbestandtheile des Blutes sind Wasser, Fibrinogen, Fibrinoplast, Serumalbumin und Hämoglobin; in geringer Menge enthält es noch Cholesterin, Lecithin und Fett, in sehr geringer Menge Kreatin, Kreatinin, Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure und Traubenzucker. Von anorganischen Stoffen kommen in dem Blut vor Chlorkalium und Chlornatrium, Phosphate, Sulfate und Carbonate des Kaliums, Magnesiumphosphat, Eisen, Kieselsäure, Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff. Von den Hauptbestandtheilen des Blutes befinden sich das Serumalbumin, die fibrinogene und die fibrinoplastische Substanz in dem Blutplasma in Lösung, das Oxyhämoglobin dagegen bildet den Farbstoff der rothen Blutkörperchen.

Tritt das Blut aus den Blutgefässen des lebenden Organismus aus, so gerinnt es sehr bald, indem durch Wechselwirkung von fibrinogener und fibrinoplastischer Substanz, bezw. durch Einwirkung des Fibrinfermentes auf Fibrinogen, unlösliches Fibrin (s. S. 1792) gebildet wird, welches die Blutkörperchen einschliesst. Rührt man das aus der Ader tretende Blut stark um, so scheidet sich das Fibrin als eine faserige Masse aus, findet dagegen die Gerinnung bei ruhigem Stehen statt, so erstarrt die gesammte Blutmenge zu einer rothen, gelatinösen Masse, dem Blutkuchen, von dem sich erst in dem Maasse, wie das die Blutkörperchen einschliessende Fibrin sich zusammenzieht, allmählich die wässerige Lösung des Serumalbumins, das Blutserum

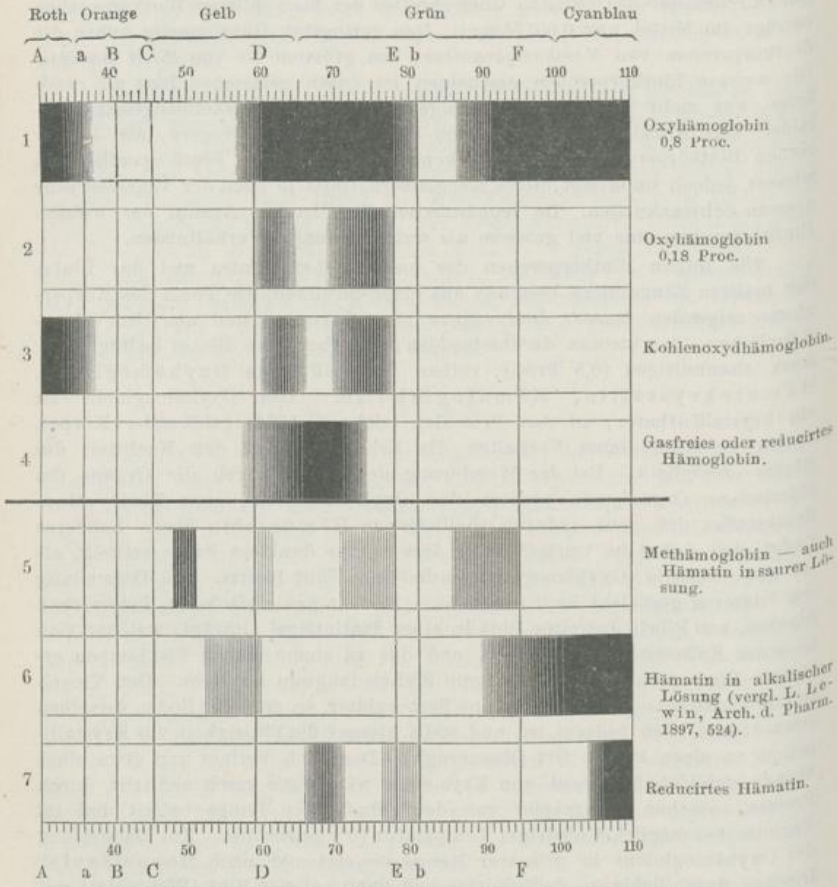
oder Blutwasser, als eine klare, schwach gelbliche, alkalisch reagirende Flüssigkeit abhebt.

Die rothen Blutkörperchen bilden scheibenförmige oder elliptische Gebilde, deren Form und Grösse in dem Blut verschiedener Thiere eine etwas verschiedene ist. Die rothen Blutkörperchen des menschlichen Blutes und des Säugethierblutes (mit Ausnahme des Blutes des Lamas, Kameels und deren Verwandten), bilden runde, biconcave Scheiben, ohne Kern. Die Blutkörperchen des Lamas und Kameels, sowie der Vögel, Amphibien und Fische sind dagegen kernhaltig, biconvex und mehr oder weniger elliptisch gestaltet. Der Durchmesser des grössten Querschnittes der menschlichen Blutkörperchen beträgt im Mittel nur 0,00774 mm. Den geringsten Durchmesser haben die Blutkörperchen von *Moschus javanicus*, den grössten die von *Siren lacertina*. Die weissen Blutkörperchen erscheinen im frisch gelassenen Blut als rundliche, aus mehr oder minder körnigem Protoplasma zusammengesetzte Gebilde. Ihre Anzahl ist im normalen Blut eine viel geringere, als die der rothen Blutkörperchen; im Mittel kommt auf 335 rothe Blutkörperchen ein weisses, jedoch unterliegt dieses Mengenverhältniss je nach der Tageszeit sehr grossen Schwankungen. Im leukämischen Blut ist die Anzahl der weissen Blutkörperchen eine viel grössere als unter normalen Verhältnissen.

Die rothen Blutkörperchen des menschlichen Blutes und des Blutes der meisten Säugethiere bestehen aus einer farblosen, die Form des Körperchens zeigenden Masse, dem sogenannten Stroma, und aus dem eigenthümlichen, das Stroma durchsetzenden, die Farbe des Blutes bedingenden, stark eisenhaltigen (0,5 Proc.), rothen Farbstoff, dem Oxyhämoglobin, Hämatokrystallin, Hämatoglobulin. Das Oxyhämoglobin ist ein krystallisirbarer, zu den Proteïden (siehe S. 1796) gehörender Körper, dessen eigenthümliches Verhalten die Erkennung und den Nachweis des Blutes ermöglicht. Bei der Wanderung des Blutes durch die Organe des thierischen Organismus verliert das Oxyhämoglobin einen Theil seines Sauerstoffes und geht dadurch theilweise in Hämoglobin über. Letzteres findet sich daher im venösen Blut, dem es eine dunklere Farbe ertheilt, als sie das arterielle, Oxyhämoglobin enthaltende Blut besitzt. Die Darstellung des letzteren geschieht im Kleinen nach Rollet am einfachsten, indem man frisches, von Fibrin befreites Blut in einen Platintiegel einträgt, welcher sich in einer Kältemischung befindet, und das zu einem rothen Eisklumpen erstarrte Blut nach etwa $^1/_2$stündigem Stehen langsam aufthaut. Den Tiegelinhalt giesst man alsdann in dünne Bechergläser, so dass der Boden derselben etwa 15 mm hoch bedeckt ist, und stellt hierauf die Flüssigkeit zur Krystallisation an einen kühlen Ort (Eisschrank). Das nach Verlauf von etwa einer Stunde gebildete Sediment von Krystallen wird dann rasch abfiltrirt, durch Pressen zwischen Fliesspapier von der anhaftenden Lauge befreit und im Vacuum bei möglichst niedriger Temperatur (0°) getrocknet. Zur Darstellung des Oxyhämoglobins in grösserer Menge versetzt man nach Hoppe-Seyler frisches, durch Schlagen defibrinirtes und dann colirtes Blut (Pferdeblut) mit dem zehnfachen Volum einer Mischung aus 1 Vol. gesättigter Kochsalzlösung und 9 Vol. Wasser. Die ausgeschiedenen Blutkörperchen werden nach dem Absetzen gesammelt, mit derselben Kochsalzlösung ausgewaschen, mit dem doppelten Volum Wasser angerührt und mit Aether geschüttelt. Nach dem Abgiessen des Aethers und Entfernen des von der wässerigen Blutlösung zurückgehaltenen Aethers durch freiwilliges Verdunstenlassen in offenen Schalen, wird die Blutlösung filtrirt, auf 0° abgekühlt, mit $^1/_4$ Volum Alkohol von 80 Proc., der ebenfalls auf 0° abgekühlt ist, versetzt und einige Tage bei — 5 bis 10° C. sich selbst überlassen. Das ausgeschiedene feinkry-

stallinische Sediment ist hierauf abzufiltriren, mit einem Gemisch aus 1 Vol. Alkohol und 4 Vol. Wasser auszuwaschen und dann wie oben angegeben zu trocknen. Durch Auflösen in Wasser von 35° C., Abkühlen der Lösung auf 0° und Versetzen derselben mit $^1/_4$ Vol. abgekühlten Alkohols, nachdem sie zuvor noch mit Luft geschüttelt ist, lässt sich das Oxyhämoglobin umkrystallisiren. Am raschesten krystallisirt das Oxyhämoglobin aus dem Blut von Meerschweinchen, dann das von Pferden, Eichhörnchen, Katzen und Hunden, schwieriger das vom Menschen, vom Rind, Schwein und Schaf.

Fig. 105.



Die verschiedenen Absorptionsspectra des Blutfarbstoffs.

In allen Spectren sind die Fraunhofer'schen Linien und ein Maassstab (Scala) nach Millimetern eingezeichnet.

Durch Lösen in Wasser von 40° C., schnelles Filtriren und Abkühlen auf 0°, nach Zusatz von $^1/_4$ Vol. Alkohol, kann das Oxyhämoglobin umkrystallisirt werden.

Das aus dem Blut verschiedener Thiere dargestellte Oxyhämoglobin zeigt sowohl in der Krystallform, als auch in dem Krystallwassergehalt, in den Löslichkeitsverhältnissen und in der procentischen Zusammensetzung

kleine Abweichungen. Meist krystallisirt es in mikroskopischen Formen des rhombischen Systems: Prismen liefert das Pferde-, Hunde-, Katzen- und Fischblut; Tafeln das Gänseblut; Pyramiden und Tetraëder das Meerschwein- und Rattenblut. In hexagonalen Tafeln krystallisirt dagegen das Oxyhämoglobin aus Eichhörnchenblut, im quadratischen System das Oxyhämoglobin aus Taubenblut. Die bei 0° über Schwefelsäure getrockneten Krystalle besitzen blutrothe Farbe und liefern ein ziegelrothes, noch 3 bis 4 Proc. Wasser enthaltendes Pulver, welches sich in Wasser meist ziemlich leicht, nicht aber in Alkohol löst. Im Allgemeinen ist die Löslichkeit des Oxyhämoglobins in Wasser eine verschiedene; bei den verschiedenen Thierspecies zeigen sich beträchtliche Unterschiede. Die Moleculargrösse des Schweinehämoglobins ist nach R. Külz = 13513, die des Hundehämoglobins nach Marshall = 14119. In wässeriger Lösung erleidet das Oxyhämoglobin sehr bald eine Zersetzung, ebenso wenn es im feuchten Zustande bei Temperaturen über 0° getrocknet wird. Erhitzt man die wässerige Lösung, so scheidet sich schon bei 70° C. ein aus coagulirtem Eiweiss und Hämatin (s. unten) bestehender brauner Niederschlag aus.

Das Hämoglobin, die Grundsubstanz des Oxyhämoglobins, besitzt nicht nur die charakteristische Eigenschaft, sich mit Sauerstoff zu verbinden, sondern sich auch mit anderen Gasen zu losen, leicht zersetzbaren Verbindungen zu vereinigen. Diese Verbindungen sind ebenfalls krystallisirbar, jedoch geben sie die betreffenden Gase leicht wieder ab, ohne dadurch die Fähigkeit zu verlieren, sich unter geeigneten Bedingungen damit wieder zu vereinigen. Alle krystallisirten Blutfarbstoffe sind als Verbindungen des eigentlichen Hämoglobins mit Sauerstoff, als Oxyhämoglobine, aufzufassen. Wird dem hochroth gefärbten Oxyhämaglobin der Sauerstoff entzogen, z. B. durch gelindes Erwärmen seiner Lösung im Vacuum oder durch Fäulniss oder durch längeres Ueberleiten von Wasserstoff, oder durch Einwirkung von reducirenden Agentien (farblosem Schwefelammonium, weinsaurem Eisenoxydul etc.), so nimmt es in Folge der Reduction zu Hämoglobin eine bräunliche Farbe an. Schüttelt man aber das reducirte Hämoglobin wieder mit atmosphärischer Luft, so wird Oxyhämoglobin und damit die ursprüngliche rothe Farbe regenerirt. Die verschiedene Färbung, welche das arterielle und das venöse Blut zeigt, ist nur darauf zurückzuführen, dass ersteres Oxyhämoglobin, letzteres im Wesentlichen Hämoglobin enthält. Das Hämoglobin bildet eine amorphe, nur unter bestimmten Bedingungen (Fäulniss von Menschenblut in zugeschmolzenen Röhren) krystallisirende braune Masse, die leicht in Wasser löslich ist. Durch Alkohol wird es aus dieser Lösung gefällt. Beim Erhitzen der wässerigen Lösung wird coagulirtes Eiweiss ausgeschieden, während das wenig bekannte Hämochromogen in Lösung bleibt. Dieselbe Zersetzung bewirken Alkalien und verdünnte organische Säuren; Mineralsäuren zersetzen das Hämochromogen weiter.

Wirkt Kohlenoxyd auf Oxyhämoglobin oder auf normales, oxyhämoglobinhaltiges Blut ein, so wird leicht Sauerstoff abgespalten und Kohlenoxyd-Hämoglobin gebildet. Letzteres kann aus defibrinirtem, mit Kohlenoxyd gesättigtem Blut in ähnlicher Weise wie das Oxyhämoglobin aus normalem Blut dargestellt werden. Es bildet mehr bläulichrothe, in Wasser weniger lösliche Krystalle von geringer Haltbarkeit. Auch mit Stickoxyd, Cyanwasserstoff (zu Cyanmethämoglobin[1]) und Acetylen vereinigt

[1]) Auf die Bildung von Cyanmethämoglobin ist die eigenthümliche, rosarothe Farbe des Blutes (namentlich der Todtenflecke und der Magenwandungen) nach Blausäure- oder Cyankaliumvergiftungen zurückzuführen. Verdünnt man 1 ccm Blut mit 99 ccm Wasser und fügt tropfenweise frisch bereitete Ferricyankaliumlösung (von

sich das Hämoglobin zu eigenthümlichen Verbindungen. Schwefelwasserstoff führt das Oxyhämoglobin in Schwefelmethämoglobin über, dessen concentrirte Lösung schmutzigroth, dessen verdünnte Lösung olivengrün gefärbt ist.

Bleibt frisch bereitetes Oxyhämoglobin 16 Stunden lang bei 8° C. unter Alkohol von 93 Proc. (dem zehnfachen Volum) stehen, so verwandelt es sich in rhombische Prismen von Parahämoglobin. Letzteres gleicht in der Farbe und in der Zusammensetzung dem Oxyhämoglobin, ist jedoch in Wasser, Alkohol und Aether vollständig unlöslich (Nencki).

Lässt man durch eine stark verdünnte, wässerige Lösung des Oxyhämoglobins oder des normalen Blutes Licht hindurchfallen und untersucht letzteres im Spectroskop (s. S. 1832), so bemerkt man zwei sehr charakteristische, im Gelb und Grün zwischen den Fraunhofer'schen Linien *D* und *E* liegende Absorptionsstreifen (vergl. die dem Lehrbuch der Physiologie von L. Landois entnommene Spectraltafel). Versetzt man die in einem verschliessbaren Gefäss befindliche verdünnte Blut- oder Oxyhämoglobinlösung mit etwas farblosem Schwefelammonium oder mit einigen Tropfen einer mit überschüssigem Ammoniak versetzten Weinsäure- und Eisenvitriollösung, oder mit weinsaurem Zinnoxydul oder mit Einfach-Schwefelnatrium, so verschwinden im Spectroskop allmählich jene beiden Absorptionsstreifen und es tritt an Stelle derselben nur ein breiter, weniger scharf begrenzter Streifen auf, welcher nahezu den hellen Raum einnimmt, der in dem Spectrum der ursprünglichen Lösung zwischen den beiden Absorptionsstreifen lag [1]) (s. Spectraltafel, 4, Spectrum des reducirten Hämoglobins). Wird hierauf das derartig behandelte Blut einige Zeit mit atmosphärischer Luft geschüttelt, so zeigen sich im Spectroskop wieder die ursprünglichen beiden Absorptionsstreifen des Oxyhämoglobins. Fügt man zu der nicht zu stark verdünnten Blut- oder Oxyhämoglobinlösung etwas Essigsäure, so verschwinden die beiden Streifen und es tritt an deren Stelle ein scharf begrenzter Absorptionsstreifen im Gelb zwischen den Fraunhofer'schen Linien *C* und *D*, neben drei anderen, weniger scharfen, zwischen *D* und *E*, bezüglich *E* und *F* liegenden, nur bei bestimmter Concentration sichtbaren Streifen auf (s. Spectraltafel, 5, Spectrum des Hämatins in saurer Lösung). Durch Zusatz von Natronlauge bis zur alkalischen Reaction wird der scharf begrenzte Streifen etwas mehr nach der Linie *D* zu verschoben (s. Spectraltafel, 6, Spectrum des Hämatins in alkalischer Lösung). Fügt man letzterer Flüssigkeit ein reducirend wirkendes Agens (farbloses Schwefelammonium oder ammoniakalische Ferrotartratlösung) zu, so treten zwei Absorptionsstreifen in Gelb auf (s. Spectraltafel, 7, Spectrum des reducirten Hämatins oder Hämochromogens).

Bei Berührung mit Aetzalkalien und mit Säuren spaltet sich das Oxyhämoglobin in einen eisenhaltigen Farbstoff, das Hämatin und in einen histonartigen Eiweisskörper, das Globin; gleichzeitig treten, vielleicht als secundäre Zersetzungsproducte, sehr geringe Mengen von Ammoniak, Ameisensäure und Buttersäure auf. Das Hämatin: $C^{32}H^{32}N^4FeO^4$ oder $C^{32}H^{31}N^4FeO^3.OH$ nach Nencki, ist ein rothbraunes, in Wasser, Alkohol und Aether

---

0,1 Proc.) zu, so geht die Farbe des normalen Blutes bald in Gelb über und liefert dann das Methämoglobinspectrum (5 der Spectraltafel), wogegen blausäurehaltiges Blut nicht enttärbt wird, sondern eine hellrothe Farbe annimmt und überhaupt keine Absorptionsstreifen im Spectrum zeigt (R. Kobert).

[1]) Kohlenoxydhaltiges Blut (Kohlenoxydhämoglobin) erleidet durch Reductionsmittel keine derartige Veränderung (vergl. I. anorgan. Theil, S. 452), die beiden Absorptionsstreifen bleiben daher bestehen (s. Spectraltafel: 3).

unlösliches Pulver, welches sich leicht in ätzenden und kohlensauren Alkalien löst. Die alkalische Hämatinlösung (auch verdünnte, mit Aetzalkalien versetzte Blutlösung) ist dichroitisch: im auffallenden Licht erscheint sie braunroth, im durchfallenden, in dicker Schicht granatroth, in dünner Schicht grünlich. Das salzsaure Hämatin oder das Hämin: $C^{32}H^{31}N^4FeO^3.Cl$ nach Nencki, bildet höchst charakteristische, mikroskopische, wohl ausgebildete, dunkelrothe, rhombische Krystalle, welche in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich sind. Dieselben werden erhalten, wenn man Hämoglobin oder Blut mit concentrirter Essigsäure unter Zusatz von etwas Kochsalz erwärmt und die Lösung eindunsten lässt. Da diese Krystalle, welche auch als Teichmann'sche Blutkrystalle bezeichnet werden, sich noch aus Spuren frischen oder alten Blutes erzeugen lassen, so sind sie für die Erkennung des Blutes und für den Nachweis desselben in gerichtlichen Fällen (s. dort) von grösster Wichtigkeit. Durch Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure oder durch Behandlung mit Eisessig, der mit HBr gesättigt ist, wird dem Hämatin und dem Hämin das Eisen entzogen und Hämatoporphyrin: $C^{16}H^{18}N^2O^3$, gebildet. Letzteres ist eine braunrothe, amorphe, leicht veränderliche Substanz, die eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Bilirubin: $C^{32}H^{36}N^4O^6$, zeigt. Das Hämatoporphyrin löst sich leicht in ätzenden und kohlensauren Alkalien, verdünnten Mineralsäuren und Alkohol. In Wasser ist es fast unlöslich. Durch Behandlung mit Zinn und Salzsäure in alkoholischer Lösung gehen Hämatoporphyrin, Hämatin und Hämin in Hydrobilirubin: $C^{32}H^{40}N^4O^7$, über.

Bei der Oxydation des Hämatins und Hämatoporphyrins mit Natriumdichromat in essigsaurer Lösung entsteht die zweibasische, bei 113 bis 114° C. schmelzende Hämatinsäure: $C^6H^9NO^4$, sowie das bei 97 bis 98° C. schmelzende Anhydrid $C^9H^8O^5$, einer dreibasischen Säure entsprechend (W. Küster). Die Hämatinsäure scheint ein Abkömmling des Pyrrols zu sein, welches beim Erhitzen von Hämatin mit Aetzkalk gebildet wird.

Das Hämatoporphyrin: $C^{16}H^{18}N^2O^3$, kommt in Spuren im normalen Harn vor. In etwas grösserer Menge tritt es bei verschiedenen Krankheiten im Harn auf, namentlich auch nach dem Genuss von Sulfonal (Salkowski). Zum Nachweis des Hämatoporphyrins fällt man den Harn mit alkalischer Chlorbaryumlösung (Gemisch aus kalt gesättigtem Barytwasser und Chlorbaryumlösung von 10 Proc.), sammelt den Niederschlag auf einem kleinen Filter, wäscht ihn mit Wasser aus und digerirt ihn hierauf mit stark salzsäure- oder schwefelsäurehaltigem Alkohol (Salkowski). Das Filtrat ist alsdann roth gefärbt und zeigt bei der spectroskopischen Prüfung zwei Absorptionsstreifen, einen schmalen, nicht sehr dunkeln zwischen *C* und *D* (nahe an *D* liegend) und einen breiteren, dunkeln zwischen *D* und *E*.

Als Hämatoidin wird ein in rhombischen Krystallen auftretendes, mit dem Bilirubin identisches Zersetzungsproduct des Hämoglobins bezeichnet, welches sich innerhalb des thierischen Organismus da bildet, wo Blut aus den Gefässen in das umgebende Gewebe eintritt (Virchow, Jaffé, Salkowski).

Hämocyanin ist ein kupferhaltiges Proteïd, welches sich an Stelle des eisenhaltigen Hämoglobins in der Blutflüssigkeit mancher Krebse und wirbelloser Thiere findet. Dasselbe zeigt im sauerstoffhaltigen Zustande eine blaue Farbe; reducirt ist es farblos (Frédéricq).

Methämoglobin ist ein im Blut und im Harn zuweilen vorkommender, durch Einwirkung von Oxydationsmitteln (sehr verdünnter Kaliumpermanganatlösung oder Ferricyankalium) auf Hämoglobin entstehender Farb-

stoff genannt worden, der sich vom Hämoglobin und Oxyhämoglobin vorzugsweise durch seine optischen Eigenschaften, vom Oxyhämoglobin auch durch seine Fällbarkeit durch Bleiessig und durch Bleiacetat in neutraler Lösung, sowie durch die festere Bindung des Sauerstoffs unterscheidet. Die wässerige Lösung des Methämoglobins besitzt eine braune Farbe; durch Zusatz von Alkali geht dieselbe in Roth über. Das Methämoglobin krystallisirt in denselben Formen wie das Oxyhämoglobin; auch in der Zusammensetzung ist es kaum davon verschieden. Bei der Fäulniss verwandelt sich das Methämoglobin in Hämoglobin und dieses dann bei Luftzutritt in Oxyhämoglobin. In neutraler Lösung zeigt das Methämoglobin ein Spectrum, welches identisch ist mit dem des Hämatins in saurer Lösung (siehe 5 der Spectraltafel). Fügt man der Methämoglobinlösung farbloses Schwefelammonium zu, so tritt zunächst auf sehr kurze Zeit das Spectrum des Oxyhämoglobins (siehe 2 der Spectraltafel), bald darauf aber das des reducirten Hämoglobins (siehe 4 der Spectraltafel) auf, wogegen Hämatin unter diesen Bedingungen das Spectrum des Hämochromogens (siehe 7 der Spectraltafel) zeigt.

Die Erkennung von Flecken als Blutflecke ist je nach dem Alter derselben und je nach dem Gegenstand, auf welchem dieselben sich befinden, eine mehr oder minder schwierige Aufgabe. Um derartige, häufig schon durch ihr Aeusseres verdächtige Flecke auf Kleidungsstücken etc. als Blutflecke zu kennzeichnen, bemüht man sich, in Anbetracht der geringen Menge von Untersuchungsmaterial, welche gewöhnlich in gerichtlichen Fällen nur zur Verfügung steht, in erster Linie stets die Häminkrystalle, zu deren Erzeugung bei genügender Sorgfalt schon die kleinste Menge Blutsubstanz hinreicht, darzustellen. Zu diesem Zweck schneidet man aus Zeug die fraglichen Flecke heraus oder schabt sie sorgfältig ab, falls sie sich auf Holz, Stein oder Eisen befinden. Bringt man alsdann das mit Blut befleckte Zeugstückchen oder die abgeschabte, bluthaltige Masse in wenig kaltes Wasser, so weicht das Blut allmählich auf und geht das Hämoglobin mit röthlicher oder bräunlicher Farbe in Lösung. Den auf diese Weise erhaltenen, von Fasern etc. möglichst freien Auszug lässt man allmählich, Tropfen für Tropfen, auf einem Objectgläschen bei sehr mässiger Wärme eintrocknen, bringt auf den Rückstand ein winziges Körnchen Kochsalz (gewöhnlich kann der Zusatz von Kochsalz ganz unterbleiben, da die Masse an sich schon zur Genüge davon enthält), legt ein Deckglas derartig darüber, dass es nach der einen Seite etwas klafft, und lässt dann mittelst eines Glasstabes einen Tropfen concentrirter Essigsäure zufliessen. Hat sich letzterer durch Capillarität zwischen Object- und Deckglas hineingezogen, so lasse man die Essigsäure zunächst einige Zeit bei gewöhnlicher Temperatur einwirken, erhitze dann die Masse über einer sehr kleinen Flamme, so dass die Blutsubstanz gelöst wird, und lasse dann auf einem schwach erwärmten Wasserbade allmählich verdunsten. Von Zeit zu Zeit untersucht man dann die Masse mittelst des Mikroskops bei etwa 300facher Vergrösserung, um sich von der etwaigen Bildung der charakteristischen Häminkrystalle zu überzeugen. Sollten diese Krystalle nicht sogleich auftreten, so füge man wiederholt einen Tropfen Essigsäure zu und erwärme und verdunste von Neuem. War in den derartig geprüften Flecken, wenn auch nur in sehr geringer Menge, Blutsubstanz vorhanden, so werden die charakteristischen Häminkrystalle sicher zum Vorschein kommen. Um sich entsprechende Uebung in der Erzeugung von Häminkrystallen anzueignen, führe man, ehe man zur Prüfung des fraglichen Blutfleckes schreitet, die gleichen Operationen mit einem selbst hergestellten Blutfleck aus.

Wie bereits erwähnt, sind diese Krystalle für Blut in hohem Maasse

charakteristisch, so dass man, falls deren Darstellung gelang, den fraglichen Fleck mit der grössten Bestimmtheit als einen Blutfleck ansprechen kann. Kein anderer Körper liefert unter den angegebenen Bedingungen Krystalle von der Form (siehe Fig. 106), Farbe und Unlöslichkeit der Häminkrystalle. Die Darstellung der Häminkrystalle gelingt nicht, wenn der Blutfleck mit Stoffen in Berührung war, die mit dem Hämoglobin in Wasser unlösliche Verbindungen eingehen oder die dasselbe zersetzen, wie z. B. faulende organische Stoffe. Das Alter der betreffenden Flecke ist nur von geringem Einfluss auf die Erzeugung jener Krystalle.

Hat man die Häminkrystalle erhalten, so kann das Vorhandensein von Blut noch durch folgende Reactionen bestätigt werden:

Der zu untersuchende Fleck wird entweder mit Hülfe von Wasser oder, wenn er sehr alt ist und die Anwesenheit von Eisensalzen nicht ausgeschlossen erscheint, mit verdünntem Aetzalkali, welches jedoch vollkommen frei von Stickstoffsäuren sein muss, ausgezogen, der Auszug in letzterem Fall mit Essigsäure schwach übersättigt, und alsdann mit ein wenig alkoholischer, frisch bereiteter Guajaktinctur (1 : 100) vermischt. Tritt nach Verlauf von einiger Zeit keine Blaufärbung ein, so fügt man etwas ozonisirtes Terpentinöl (Terpentinöl, welches längere Zeit in einem Glase mit nicht absolut dicht

Fig. 106.

Häminkrystalle (300fache Vergrösserung).

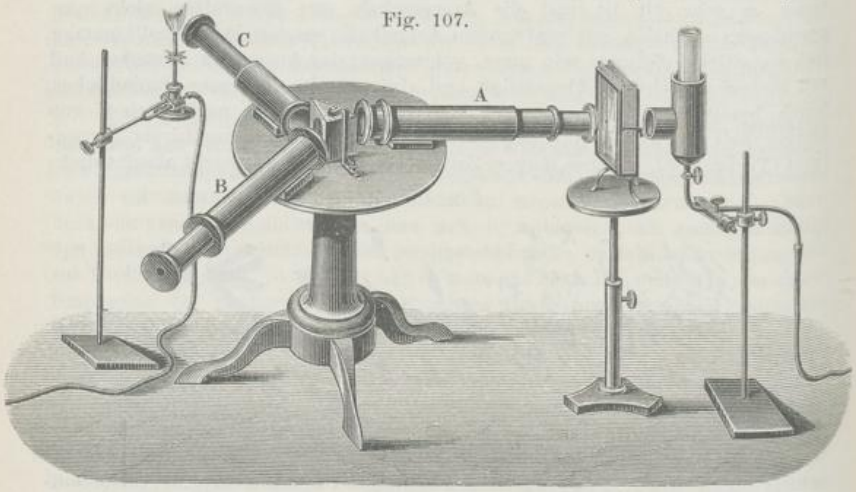
schliessenden Glasstopfen, unter zeitweiligem Umschütteln, im Licht aufbewahrt ist) zu, wodurch bei Anwesenheit von Blut nach dem Schütteln entweder sofort oder bei sehr grosser Verdünnung nach kurzer Zeit eine mehr oder minder intensive Blaufärbung auftritt. Das ozonisirte Terpentinöl, an dessen Stelle auch eine reine Wasserstoffsuperoxydlösung von 3 Proc. verwendet werden kann, ist jedoch, ebenso wie letztere Lösung, vor dem Gebrauch auf die Indifferenz gegen die Guajakharzlösung zu prüfen. Es beruht diese Reaction auf dem eigenthümlichen Verhalten des Hämoglobins zu den sogenannten Ozonträgern, denen es das Ozon leicht entzieht, um es jedoch ebenso leicht wieder an andere Körper, bei obiger Reaction an das Guajakharz, abzugeben. Da jedoch auch andere Körper ohne Terpentinölzusatz im Stande sind, oxydirend und dadurch blaufärbend auf Guajakharz einzuwirken, wie z. B. Eisensalze, Salze von Stickstoffsäuren, Schleim, Speichel etc., so darf obige Reaction nicht ohne Vorsicht zum Nachweis des Blutes verwendet werden.

Nach E. Schaer kann die Guajakprobe auf Blut auch in folgender Weise ausgeführt werden: Der auf Blut zu prüfende Fleck wird in einem Porcellanschälchen mit Eisessig befeuchtet und dann mit einigen Tropfen einer wässerigen Chloralhydratlösung von 70 Proc. eine halbe Stunde lang in Berührung gebracht. Diesem Auszug fügt man ein gleiches Volum einer Lösung von Guajakharz in 70procentiger wässeriger Chloralhydratlösung (1 : 100) zu und überschichtet die hellbraune Mischung mit einigen Tropfen einer Lösung von 15 ccm ozonisirtem Terpentinöl oder 15 ccm einer drei- bis fünfprocentigen Wasserstoffsuperoxydlösung in 25 ccm Alkohol, 5 ccm Chloro-

form und 1,5 ccm Eisessig. Bei Gegenwart von Blut tritt alsdann an der Berührungszone eine tief blaue Zone auf, welche sich auf dem weissen Untergrunde des Porcellanschälchens schön abhebt.

Ist die Menge der zur Verfügung stehenden Flecke eine etwas grössere, so kann man frische Blutflecke auch spectroskopisch, durch das Vorhandensein des Hämoglobins, erkennen. Zu diesem Zweck behandelt man dieselben mit kaltem Wasser, bringt den filtrirten Auszug in ein Gefäss mit planparallelen Wänden, deren Abstand etwa 1 cm beträgt (Hämatinometer von Hoppe-Seyler), stellt letzteres vor den Spalt des Spectralapparates, beleuchtet die Lösung durch eine Gas- oder Petroleumlampe (s. Fig. 107) und beobachtet alsdann das in dem Apparat hervorgerufene Spectrum. Statt des Hämatinometers kann man auch ein einfaches Parfümgläschen mit plan-

Fig. 107.



parallelen Wänden benutzen. Ist in der zu prüfenden Flüssigkeit Blut enthalten, so erscheinen bei genügend dicker Flüssigkeitsschicht die beiden, für das Oxyhämoglobin charakteristischen Absorptionsstreifen (s. 2 der Spectraltafel). Aus letzterem Spectrum lässt sich dann leicht durch Reduction das Spectrum des reducirten Hämoglobins und aus diesem wieder das des Oxyhämoglobins erzeugen (vergl. S. 1828). Es ist bisher keine rothe Flüssigkeit bekannt, welche bei Entziehung und Wiederzufuhr von Sauerstoff im Spectroskop die Erscheinungen darbietet, wie das Blut. Aehnliche Absorptionsstreifen wie das Oxyhämoglobin liefert z. B. alkalische Carminlösung, Streifen wie das reducirte Hämoglobin, heisse, alkalische Indigcarminlösung; in beiden Fällen ist jedoch eine Entziehung oder Zufuhr von Sauerstoff ohne Einfluss auf die Lage der Streifen.

Die directe mikroskopische Untersuchung der Blutflecke, d. h. der Versuch des Nachweises der Blutkörperchen, ist nur in sehr seltenen Fällen von Erfolg begleitet. Aehnliches gilt von der Entscheidung der Frage, ob das gefundene Blut vom Menschen oder vom Thier herrührt. Da letzteres bisher nur durch einen Vergleich der Grösse der Blutkörperchen oder auf biologischem Wege zu ermöglichen ist, so wird der Chemiker diese Aufgabe wohl meist ablehnen. Zur Erkennung von Menschenblut auf biologischem Wege empfiehlt Uhlenhuth folgendes Verfahren: Defibrinirtes Menschenblut wird Kaninchen mehrmals in Zwischenräumen von sechs bis acht Tagen intraperitoneal eingespritzt. Das Serum eines solchen Thieres giebt dann

nur mit einer aus Menschenblut mit Hülfe von physiologischer Kochsalzlösung hergestellten, schwach roth gefärbten Blutlösung eine Trübung, bezw. einen Niederschlag, wogegen andere Blutarten nicht verändert werden.

Gänzlich werthlos für den Blutnachweis in Flecken sind die früher gebräuchlichen Untersuchungsmethoden, welche darauf basirten, dass das Blut einen eisenhaltigen Farbstoff und lösliche Eiweisskörper enthält.

Nachweis von Blut im Harn. Die Anwesenheit von Blut im Harn ergiebt sich zunächst durch die mehr oder minder ausgesprochene blutrothe Farbe und durch das Vorhandensein von Eiweiss. Erhitzt man derartigen Harn zum Kochen und fügt etwas Salpetersäure zu, so erscheint das coagulirte Eiweiss nicht weiss, sondern mehr oder minder braun gefärbt. Kocht man ferner bluthaltigen Harn nach Zusatz von Natronlauge auf, so erscheinen die ausgeschiedenen Erdphosphate in Folge einer Beimengung von Hämatin blutroth gefärbt. Säuert man bluthaltigen Harn mit Eisessig an und schüttelt ihn alsdann mit Aether, so färbt sich letzterer röthlich. Sollte die Aetherschicht emulgiren, so lässt sich dies durch Zusatz einiger Tropfen Alkohol beseitigen.

Zum weiteren Nachweis von Blut im Harn kann ferner das Verhalten desselben im Spectroskop, sowie die Häminprobe dienen. Zu letzterem Zweck macht man 50 bis 100 ccm des zu prüfenden Harns mit Ammoniak schwach alkalisch, fügt dann Gerbsäurelösung und schliesslich Essigsäurelösung bis zur sauren Reaction zu. Der entstandene, braun gefärbte Niederschlag wird hierauf nach dem Absetzen gesammelt, auf Objectgläschen getrocknet und dann zur Häminprobe (s. oben) verwendet (Struve).

Der Nachweis des Blutes im Harn kann auch in folgender Weise erbracht werden: 50 bis 100 ccm Harn werden mit $^1/_{10}$ Vol. Zinkacetatlösung von 3 Proc. versetzt, die Mischung wird dann im Wasserbade erwärmt, bis sich der Niederschlag zusammenballt und letzterer, nach dem Absetzen, auf einem kleinen Filter gesammelt. Ein kleiner Theil dieses Niederschlages ist hierauf auf dem Objectglase vorsichtig zu trocknen und dann zur Häminprobe zu verwenden. Der Rest des Zinkniederschlages wird in Ammoniak gelöst, die Lösung filtrirt, durch Nachwaschen des Filters auf 4 bis 5 ccm gebracht und im Reagensglase mit einigen Cubikcentimetern Petroleumbenzin geschichtet. Nachdem der Blutfarbstoff dieser Lösung durch Zusatz einiger Tropfen weinsäurehaltiger Ferrosulfatlösung (je 1 Thl. Weinsäure und Ferrosulfat, 10 Thle. Wasser) reducirt ist, wird dieselbe, wie oben angegeben, spectroskopisch geprüft (C. H. Wolff).

Das Vorhandensein von Blut im Harn lässt sich häufig auch durch die Guajakharzprobe bestätigen. Zu diesem Zwecke werde der mit Essigsäure angesäuerte und filtrirte Harn mit etwas frisch bereiteter alkoholischer Guajakharzlösung (1 : 100) versetzt, und die Mischung, welche als solche allein keine Färbung annehmen darf, dann mit ozonisirter Terpentinöl- oder Wasserstoffsuperoxydlösung (s. S. 1831) überschichtet: Allmähliches Auftreten einer blauen Zone —.

Der Nachweis von Methämoglobin, welches in jedem frischen, bluthaltigen Harn enthalten ist, kann nur durch das Spectroskop geführt werden (vergl. S. 1830).

Blutpräparate sind in neuerer Zeit wegen ihres Eisengehaltes in grosser Zahl arzneilich empfohlen. Unveränderten Blutfarbstoff, neben wenig Methämoglobin enthalten: Das im Vacuum eingedampfte, defibrinirte Ochsenblut, *Sanguis tauri siccat.*, Trefusia, das Hämatogen, das als Sicco bezeichnete Blutpräparat und einige andere. Einige der als Hämoglobin bezeichneten Präparate enthalten im Wesentlichen Methämoglobin und Hämа-

tin, andere Präparate, wie das Hämol und Hämogallol, sowie das Hämalbumin enthalten nur veränderte Blutbestandtheile.

Das Hämatogen-Hommel soll nach der Patenturkunde derartig gewonnen werden, dass man defibrinirtes, frisches Blut im Vacuum mit 20 Proc. aufgekochtem und wieder erkaltetem Wasser, etwas Kreosotlösung (1 : 300) und so viel Alkohol versetzt, dass der Gesammtgehalt daran etwa 7 Proc. beträgt und dann die Mischung bei möglichst niedriger Temperatur eindampft. Hierbei soll so lange ein Wasserzusatz erfolgen, bis die rothen Blutkörperchen völlig gelöst sind. Ist dies geschehen, so kann die Temperatur im Vacuum auf 55 bis 60° C. zur Entfernung des Kreosots gesteigert und das Eindampfen bis auf 60 Proc. der ursprünglichen Blutmenge fortgesetzt werden. Von diesem Liquidum sind schliesslich 70 Thle. mit 20 Thln. Glycerin und 10 Thln. Malagawein zu mischen.

G. L. Schmidt lässt Hämatogen durch Schütteln von frischem, defibrinirtem Rinderblut mit $^1/_3$ Volum Aether und Eindampfen des nach mehrtägigem Stehen von dem Aether getrennten Blutes bei 35° C. auf drei Viertel seines Volums darstellen. Dieses Liquidum soll dann noch mit 30 Proc. Glycerin und 10 Proc. Cognac versetzt werden.

Die als „Sicco" und „Rubin" bezeichneten Blutpräparate, welche wasserlösliche, schwarzbraune Pulver, bezw. rothbraune, blätterige Massen bilden, scheinen durch Eindampfen von Hämatogenlösung im Vacuum gewonnen zu sein. Diesen Präparaten stehen nahe die in Pillenform in den Handel kommenden Producte Sanguinal und Hämoferrum, sowie das syrupartige Hämoglobinextract-Pfeuffer, das flüssige, Malagawein enthaltende Hämoglobinalbuminat-Theurer und Ferrhämin-Hertel, das flüssige Dynamogen-Sauer, das pulverförmige Hämoglobin-Nardi und das *Hämoglobin in lamellis* (Merck), das pulverförmige Roborin, 0,38 bis 0,49 Proc. Fe^2O^3 und 77 bis 82 Proc. Stickstoffsubstanzen enthaltend u. a.

Hämol und Hämogallol werden zwei von R. Kobert entdeckte, durch grosse Resorptionsfähigkeit ausgezeichnete Eisenpräparate genannt, welche durch Einwirkung von Reductionsmitteln auf den Blutfarbstoff des Rinderblutes erhalten werden. Das durch Einwirkung von Zinkstaub erhaltene Präparat wird als Hämol, das durch Einwirkung von Pyrogallollösung gewonnene als Hämogallol bezeichnet. Das Hämol ist ein schwarzbraunes, das Hämogallol ein rothbraunes Pulver. Das Hämol wird durch Schütteln einer defibrinirten, nicht zu concentrirten Blutlösung mit Zinkstaub, Abschlämmen des gebildeten Niederschlages, Lösen desselben in Ammoniumcarbonatlösung, Abscheiden des mitgelösten Zinks (Zinkhämol) durch $(NH^4)^2S$ und schliessliches Fällen der filtrirten Flüssigkeit durch Salzsäure gewonnen.

Brom-Hämol (Bromgehalt 2,7 Proc.) und Jod-Hämol (Jodgehalt 16,6 Proc.) sollen durch Zusatz von wässeriger oder alkoholischer Brom- oder Jodlösung zur Blutlösung und Neutralisation der Mischung mit Alkali bei 0° dargestellt werden. Braune, in Wasser unlösliche Pulver (E. Merck).

Ferrohämol ist ein braunes, fast geschmackloses, 3 Proc. Eisen enthaltendes Pulver. Dasselbe soll nach E. Merck durch Zusatz von verdünnter, möglichst neutraler Eisenoxydsalzlösung zu fünfprocentiger Blutlösung und Neutralisation der Mischung mit Sodalösung bei niedriger Temperatur dargestellt werden.

Das Hämalbumin-Dahmen bildet ein dunkelbraunes, in heissem Wasser leicht mit saurer Reaction lösliches Pulver. Dasselbe scheint aus Blut, welches theilweise durch Pepsin-Salzsäure verdaut ist, hergestellt zu werden.

Milch.

(Kuhmilch.)

Die Milch bildet im normalen Zustande eine undurchsichtige, weisse, wohl auch etwas gelbliche Flüssigkeit von angenehm süsslichem Geschmack und eigenartigem Geruch. Ihre Reaction ist im frischen Zustande in Folge der darin enthaltenen Alkaliphosphate eine amphotere, d. h. sie röthet empfindliches blaues und bläut gleichzeitig empfindliches rothes Lackmuspapier. Das specifische Gewicht derselben schwankt bei 15° C. zwischen 1,029 bis 1,033, im Mittel beträgt es 1,0317. Sie verdankt ihre Entstehung dem Blut, und zwar derartig, dass die Bestandtheile desselben zunächst zum Aufbau der Milchdrüsenzellen dienen, die dann ihrerseits unter fettiger Degeneration zerfallen und dadurch die Milch bilden (Voit, Fürstenberg). Die wesentlichen Bestandtheile der Milch sind Wasser, Fett, Caseïn, Lactalbumin, Milchzucker und anorganische Salze. In geringer Menge enthält sie Citrate, Lactoproteïn, Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure, sowie auch Spuren von Harnstoff und anderen stickstoffhaltigen Körpern (Lactochrom, Galactin), sowie Cholesterin und Lecithin. Das Mengenverhältniss der Einzelbestandtheile ist kein constantes, dasselbe wird in gewissem Grade beeinflusst von der Individualität, dem Alter, der Haltung und Fütterung des Thieres, von der Tageszeit, zu welcher das Melken stattfand, sowie von der Dauer der Lactation. Bildet die Handelswaare ein Gemisch der Milch mehrerer Kühe, wie es gewöhnlich der Fall zu sein pflegt, so gleichen sich die kleinen Verschiedenheiten in der Zusammensetzung meist aus. Nachstehende Zahlen mögen die mittlere und die Grenzzusammensetzung der normalen Kuhmilch illustriren:

					Im Mittel	
Wasser	83,65	bis	90,0	Proc.	87,52	Proc.
Fett	2,80	„	4,5	„	3,50	„
Caseïn	3,0	„	5,0	„	3,50	„
Lactalbumin . . .	0,3	„	0,6	„	0,40	„
Milchzucker. . . .	3,0	„	5,5	„	4,60	„
Asche	0,6	„	0,8	„	0,75	„
Trockensubstanz. .	10,0	„	16,35	„	12,75	„

Von diesen Bestandtheilen findet sich das Caseïn, das Lactalbumin, der Milchzucker und die Aschenbestandtheile in der Milch im gelösten Zustande, während das Fett in Gestalt von mikroskopisch kleinen Tröpfchen, deren Durchmesser zwischen 0,0016 und 0,01 mm schwankt, darin emulsionsartig suspendirt ist. Unter dem Mikroskop erscheint daher die Milch als ein klares Liquidum, in welchem zahllose, stark lichtbrechende, klare Kügelchen von ungleicher Grösse sich befinden. Die Meinungen über den Bau der Fettkügelchen sind getheilt. Während von der einen Seite behauptet wird, dass die Milchkügelchen von einer sehr feinen, unsichtbaren Membran eingeschlossen sind (Hoppe-Seyler, Fleischmann u. A.), wird letzteres von der anderen Seite in Abrede gestellt und angenommen, dass die Fettkügelchen durch Molecularattraction nur von einer Schicht Caseïnlösung umgeben und hierdurch am Zusammenfliessen verhindert werden (Quevenne, Soxhlet u. A.). Für erstere Ansicht scheint der Umstand zu sprechen, dass man der Milch durch Schütteln mit Aether das Fett nicht oder doch nur sehr langsam entziehen kann, für letztere, jetzt wohl allgemein angenommene, dagegen, dass die Fettentziehung eine vollständige ist, wenn man dem Aether $^1/_4$ Volum Alkohol zusetzt.

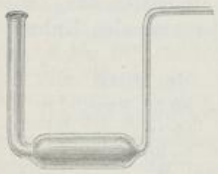
In Anbetracht des Umstandes, dass die Milch, eines der wichtigsten Nahrungsmittel des Menschen, sehr häufig den Gegenstand von Fälschungen bildet, soll in Nachstehendem sowohl die chemische Analyse derselben, als auch deren Prüfung und Werthschätzung, unter Berücksichtigung der Bedürfnisse der Marktcontrole, in gedrängter Kürze einer Besprechung unterworfen werden.

a) Bestimmung der Einzelbestandtheile der Milch.

Soll die Analyse der Milch auch wirklich die Zusammensetzung derselben ergeben, so ist schon auf die Probenahme der Milch Werth zu legen. Handelt es sich nur um ein Quantum Milch, welches zur Untersuchung übergeben wird, so hat man dasselbe, ehe man die zur Analyse zu verwendenden Proben davon nimmt, durch tüchtiges Schütteln sorgfältig zu mischen. Soll die Milch untersucht werden, welche von einer Kuh während eines ganzen Tages producirt wird, so sind Proben der zu den verschiedenen Tageszeiten gewonnenen Milchmengen mit einander in dem Verhältniss zu mischen, in welchem die einzelnen Milcherträge zu den verschiedenen Tageszeiten zu einander standen.

1. Trockensubstanz. Um den Trockensubstanzgehalt der Milch, d. h. die Summe der in derselben enthaltenen nicht flüchtigen Bestandtheile mit möglichster Genauigkeit zu bestimmen, fülle man ein Liebig'sches Trockenröhrchen (Fig. 108) etwa zu ein Drittel mit ausgeglühtem und im Exsiccator erkaltetem Seesand an, wäge alsdann den Apparat mit Inhalt genau, lasse hierauf etwa 5 ccm einer Durchschnittsprobe der zu untersuchenden Milch durch den weiteren Schenkel des Röhrchens auf den Sand fliessen, wäge abermals und trockne endlich die Masse im Wasser- oder Luftbade bei 100° C. in einem Strom trockenen Wasserstoffgases, welchen man durch den engeren Schenkel des Trockenröhrchens einleitet, vollkommen aus. Nach dem Erkalten der eingetrockneten Masse in einem trockenen Luftstrom werde das Trockenröhrchen gewogen, die Operationen zur Erzielung eines constanten Gewichtes wiederholt und schliesslich aus der Gewichtszunahme des Röhrchens, unter Berücksichtigung der angewendeten Milchmenge, der Trockensubstanzgehalt berechnet.

Fig. 108.



In einfacherer und doch für die Praxis genügend genauer Weise lässt sich der Trockensubstanzgehalt der Milch auch in der Weise bestimmen, dass man in einem flachen, gewogenen Tiegel 1 bis 1,5 g Milch im Wasserbade eindampft und den Rückstand dann bei 100° C. bis zum constanten Gewicht trocknet, oder dass man in ein sehr dünnwandiges Glasschälchen, sogenanntes Hofmeister'sches Schälchen, etwa 10 g ausgeglühten, im Exsiccator erkalteten Seesandes bringt, Schälchen nebst Inhalt wägt, hierauf so viel Milch hineinschüttelt, als der Sand aufzusaugen vermag, abermals wägt und die Mischung zunächst im Wasserbade, dann im Luftbade bei 100° C. bis zum constanten Gewicht trocknet.

Ein sehr bequemes Verfahren zur Bestimmung von Trockensubstanz und Fett ist das folgende, von Th. Dietrich angegebene: Filtrirpapier wird in etwa 27 cm lange und 10 cm breite Streifen geschnitten, über einen soliden Holzcylinder von 30 mm Durchmesser fest gewickelt und hierdurch eine 7 bis 8 cm hohe, unten geschlossene Papierhülse hergestellt (vergl. S. 1839). Hierauf fertigt man in gleicher Weise eine Hülse von Watte, die genau in die

Papierhülse hineinpasst, indem man von bester, entfetteter Verbandwatte dem Papier entsprechend lange und breite Streifen schneidet, diese um einen Cylinder von etwa 20 mm Durchmesser sehr fest aufwickelt, unten zu einem Zipfel zusammendreht und diese Hülse dann mittelst des Holzcylinders in die Papierhülse einfügt. Durch mehrmaliges Aufstossen des Holzcylinders wird die am Boden befindliche Watte fest zusammengepresst und so ein dichter Boden von Watte gebildet. Nach dem Herausziehen des Holzcylinders resultirt ein Hohlcylinder, dessen Watteschicht 4 bis 5 mm stark ist. Nachdem dieser Hohlcylinder noch zur Hälfte lose mit Watte gefüllt ist, wird derselbe im Wägegläschen bei 100° C. bis zum constanten Gewicht (A) getrocknet. In einem Wägegläschen wägt man alsdann 15 bis 20 g der gut umgeschüttelten Milch genau ab, giesst dieselbe (15 bis 18 g) vorsichtig in die Wattehülse und wägt das entleerte Gläschen zurück. Die mit Milch beschickte Hülse stellt man auf ein kleines Glasschälchen mit flachem Boden und mit diesem in einen Trockenschrank von 60 bis 80° C. Ist die Milch verdampft, so trocknet man schliesslich bei 100° C. im Wägegläschen bis zum constanten Gewicht (B) und ermittelt nach dem Erkalten die Trockensubstanz aus der Differenz (B — A). Ist die Wattehülse sorgfältig angefertigt, so sickert beim Trocknen keine Milch hindurch.

Soll zur Trockensubstanz- und Fettbestimmung das Adams'sche Verfahren benutzt werden, so lasse man 5 bis 10 g Milch aus einem später zurückzuwägenden Bechergläschen in eine zuvor bei 100° C. bis zum constanten Gewichte getrocknete, durch einen dünnen Platindraht zusammengehaltene Filtrirpapierrolle (aus einem 56 cm langen und 6,5 cm breiten, fettfreien Streifen gefertigt) möglichst vollständig aufsaugen und verfahre dann, wie oben angegeben ist.

2. Caseïn. Zur Bestimmung des Caseïns verdünne man 20 bis 25 g einer Durchschnittsprobe der zu prüfenden Milch mit der 15- bis 20fachen Menge Wasser, füge dann in der Kälte, unter Umrühren, tropfenweise stark verdünnte Essigsäure zu, bis sich das Caseïn als flockiger Niederschlag abscheidet und leite hierauf noch eine viertel bis eine halbe Stunde lang einen Strom von Kohlensäureanhydrid durch die Flüssigkeit. Das abgeschiedene Caseïn + Fett werde sodann auf einem gewogenen Filter gesammelt, zunächst mit Wasser, hierauf mit absolutem Alkohol und endlich mit Aether so lange ausgewaschen, bis bei der Verdunstung des Filtrates kein Rückstand mehr verbleibt, und schliesslich bei 100° C. bis zum constanten Gewicht getrocknet. Vollständiger als durch Auswaschen mit Aether lässt sich das Fett entfernen, wenn man das mit Wasser und Alkohol gewaschene Caseïn in einem Kölbchen mit Aether digerirt und es alsdann auf das ursprüngliche Filter zurückbringt, oder wenn man Filter nebst Inhalt nach dem Auswaschen mit Wasser und Alkohol im Soxhlet'schen Fettextractionsapparat (s. unten) mit Aether auszieht.

Nach Weyl kann das Caseïn auch bestimmt werden, indem man 20 ccm Milch mit 60 ccm Wasser verdünnt, der Mischung unter Umrühren 30 ccm verdünnter Schwefelsäure (1 : 1000) zufügt und nach mehrstündigem Stehen dann, wie oben erörtert ist, verfährt.

3. Lactalbumin. Das in der Milch enthaltene Lactalbumin befindet sich in dem Filtrat des nach obigen Angaben kalt abgeschiedenen Caseïns. Um es zu bestimmen, wird das Filtrat aufgekocht und das abgeschiedene Coagulum, nach vollständiger Klärung, alsdann ebenso wie das Caseïn zur Wägung gebracht.

4. Gesammtmenge der Albuminate. Durch Essigsäure, selbst unter Anwendung von Wärme, wird ein kleiner Theil der in der Milch ent-

haltenen Eiweisskörper, das sogenannte Lactoproteïn, nicht gefällt. Handelt es sich daher um eine Bestimmung der Gesammtmenge der Albuminate, so ist diesem Umstande dadurch Rechnung zu tragen, dass man die in der Milch enthaltenen Eiweisskörper nicht durch Essigsäure, sondern durch frisch gefälltes Kupferhydroxyd abscheidet. Zu diesem Zwecke fügt man nach Ritthausen zu 10 ccm Milch, die auf 200 ccm verdünnt sind, zunächst 5 ccm Kupfersulfatlösung (63,5 g Kupfersulfat zu 1000 ccm Lösung), hierauf einige Tropfen Phenolphtaleïnlösung und alsdann unter Umschwenken tropfenweise so viel Aetzalkalilösung (50 g Kalihydrat in 1000 ccm Wasser) zu, dass die Mischung neutral oder doch nur sehr schwach sauer reagirt, mithin die vorübergehend durch die Anwesenheit des Phenolphtaleïns eintretende Rothfärbung eben noch wieder verschwindet. In keinem Fall darf die Flüssigkeit alkalisch reagiren, da beim geringsten Alkaliüberschuss ein Theil des ausgeschiedenen Caseïnkupfers wieder in Lösung geht und die Flüssigkeit trübe bleibt, während im entgegengesetzten Fall rasches Absetzen des Niederschlages und vollständige Klärung erfolgt. Ist letztere Erscheinung eingetreten, so filtrirt man den Niederschlag durch ein gewogenes Filter von der völlig klaren und farblosen Flüssigkeit ab, wäscht ihn zunächst mit Wasser, dann mit absolutem Alkohol und endlich zur vollständigen Entfernung des mit niedergerissenen Fettes mit Aether (vergl. Caseïnbestimmung). Der auf diese Weise resultirende Niederschlag, welcher die Gesammtmenge der Proteïnsubstanzen gebunden an Kupferoxyd enthält, wird hierauf bei 125° C. bis zum constanten Gewicht getrocknet, nach dem Erkalten gewogen, dann vorsichtig bei Luftzutritt bis zur vollständigen Verbrennung der Proteïnsubstanzen geglüht und das Gewicht des zurückbleibenden, kohlefreien Kupferoxyds von dem des Proteïn-Kupferoxyds abgezogen. Die Differenz beider Gewichte entspricht der Menge von Proteïnstoffen, welche in 10 ccm der angewendeten Milch enthalten war. Um die 10 ccm Milch in Gramme umzurechnen, nimmt man als durchschnittliches specifisches Gewicht derselben 1,03 an, setzt also 10 ccm Milch = 10,3 g. Die Menge des in obigem Proteïn-Kupferoxydniederschlag enthaltenen Proteïns kann auch durch Ermittelung des Stickstoffgehaltes desselben nach Kjeldahl (s. S. 13) und Multiplication dieses Werthes mit 6,25 bestimmt werden.

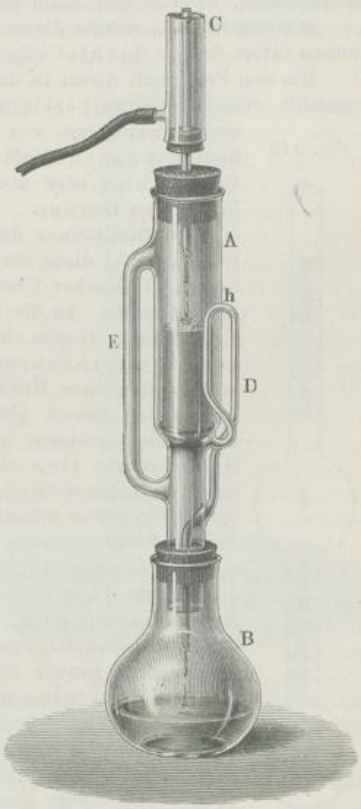
5. Stickstoff. Um den Stickstoffgehalt der Milch zu ermitteln, dampft man 20 g davon unter Zusatz von etwas ausgeglühtem Seesand in einem sehr dünnwandigen Glasschälchen (Hofmeister'sches Glasschälchen) im Wasserbade zur Trockne ein, zerdrückt das Glasschälchen sammt Inhalt in einem Mörser, mischt es mit Natronkalk und bestimmt den Stickstoff nach der Methode von Will und Varrentrapp (s. S. 12). Oder man verdampft 20 g Milch in einem Kölbchen fast zur Trockne und bestimmt in dem Rückstande den Stickstoff nach Kjeldahl (s. S. 13). Der ermittelte Stickstoff, multiplicirt mit 6,25, ergiebt dann annähernd ebenfalls den Gesammtgehalt an Eiweisskörpern (Caseïn + Lactalbumin + Lactoproteïn).

6. Fettgehalt. Zur Bestimmung des Fettgehaltes der Milch dient entweder die nach 1. erhaltene Trockensubstanz, d. h. die mit Sandzusatz oder in der Wattehülse (nach Dietrich) gewogenen Rückstände, oder direct eine Probe der ursprünglichen Milch.

Im ersteren Fall extrahirt man die mit Sand eingedampfte Milch oder die in der Wattehülse gewogene Trockensubstanz (soll nur das Fett und nicht auch die Trockensubstanz ermittelt werden, so genügt natürlich das Austrocknen bei 60 bis 80° C.) in einem geeigneten Extractionsapparat mit Aether, verdunstet dann das Lösungsmittel und wägt das zurückbleibende Fett. Von den Extractionsapparaten, welche hierzu Verwendung finden, ist der von

Soxhlet construirte (Fig. 109[1]) der zweckentsprechendste. Die mit Sand eingedampfte (vergl. oben 1.) und hierauf sammt dem Hofmeister'schen Schälchen zerriebene Milch wird in eine cylindrische Hülse von Filtrirpapier gefüllt, welche folgendermaassen angefertigt wird: Man rollt um einen cylindrischen Holzkern, dessen Durchmesser etwa 4 mm geringer ist als die Weite des Extractionscylinders *A*, ein Stück Filtrirpapier zweimal herum, lässt dasselbe an der ebenen Basis des Holzcylinders etwa 15 mm über den Rand des Holzstückes überstehen, bricht diesen überstehenden Theil derartig um, wie man ein Packet schliesst, und ebnet den auf diese Weise gebildeten Boden der Hülse durch kräftiges Aufdrücken. Der Aether filtrirt durch eine derartige Papierhülse, deren Boden man noch mit etwas fettfreier Watte bedecken kann, ebenso klar wie durch ein gewöhnliches Filter. Nach dem Einfüllen der zu extrahirenden Masse legt man etwas fettfreie Watte auf dieselbe, um ein Herausschleudern des Pulvers durch die einfallenden Aethertropfen zu verhindern. Damit die am Boden des Extractionscylinders *A* befindliche Heberöffnung durch die Hülse nicht verschlossen werde, stellt man letztere auf ein Stück Drahtnetz oder auf einen 3 bis 4 mm breiten Blechring, und zwar derartig, dass der obere Rand der Papierhülse sich wenigstens 3 mm unter dem höchsten Punkt *h* der Heberkrümmung befindet, da anderenfalls der Rand der Hülse Fett zurückhält. Es ist ferner zu beachten, dass der in dem Kühler *C* wieder condensirte Aether immer in die Hülse tropfe. Den derartig hergerichteten Apparat verbindet man alsdann mit dem genau gewogenen, trockenen Kölbchen *B*, welches etwa 25 ccm wasserfreien, vollständig flüchtigen Aethers enthält, giesst hierauf in den Extractionscylinder *A* noch so viel Aether, dass er durch den Heber überfliesst, und stellt dann das Kölbchen in Wasser von 60 bis 70° C. oder auf ein mässig erwärmtes Wasserbad, nachdem der Apparat mit einem Rückflusskühler mit etwas weitem Kühlrohr oder noch zweckmässiger mit einem Soxhlet'schen Kugelkühler in Verbindung gebracht ist. Sobald aus dem Kölbchen so viel Aether nach *A* überdestillirt ist, dass letzterer das Niveau *h* erreicht hat, fliesst derselbe, nach Auflösung des zu extrahirenden Fettes, durch den Heber *D* nach dem Kölbchen zurück, um von dort von Neuem nach *A* überzudestilliren und die auszuziehende

Fig. 109.



[1]) Die neueren, nach Dietrich construirten Apparate haben keine Korkverschlüsse, sondern bei ihnen ist der Kühler *C* und der Extractionsapparat *A* mit einem Glasansatz versehen, der in die entsprechenden Theile eingeschliffen ist.

Masse abermals zu entfetten. Wird das Kölbchen *B* constant auf 60 bis 70° C. erwärmt, so wird die zu extrahirende Substanz in einer halben bis einer Stunde durch die intermittirende Wirkung des Hebers *D* 12- bis 14mal mit Aether regelrecht ausgelaugt. Zur grösseren Sicherheit setzt man das Extrahiren zwei bis drei Stunden lang fort. Von der in dem Kölbchen *B* befindlichen Fettlösung wird schliesslich der Aether verjagt oder nach Entfernung der extrahirten Papierhülle in den Extractionscylinder *A* abdestillirt, der Rückstand ein bis zwei Stunden bei 100° C. getrocknet und gewogen.

Sollte die Milch mit Sand nicht in einem Hofmeister'schen, sondern in einem gewöhnlichen Schälchen eingedampft sein, so ist der Verdampfungsrückstand sorgfältig herauszukratzen und das Schälchen mehrfach mit Aether nachzuspülen, welchen man dann in den Extractionscylinder *A* eingiesst.

Die Wattehülsen, welche die zu extrahirende Trockensubstanz enthalten, können direct in den Soxhlet'schen Apparat eingesetzt werden.

Um den Fettgehalt direct in der zu untersuchenden Milch zu ermitteln, empfiehlt sich bei Einzelbestimmungen das einfache und zugleich sehr exacte Verfahren von Schmid-Bondzynski, bei Massenbestimmungen (Molkereibetrieb) das aräometrische Verfahren von Soxhlet oder noch mehr das acid-butyrometrische Verfahren von Gerber.

Fig. 110.

Zur Ermittelung des Fettgehaltes der Milch nach Schmid-Bondzynski dient der durch Fig. 110 illustrirte, in den Handlungen chemischer Utensilien, zum Preise von 1,50 Mk. erhältliche Apparat. In die Kugel *a* desselben bringt man mit Hülfe einer Pipette 10 ccm der vorher gut durchgeschüttelten Milch, sowie 10 ccm rauchender Salzsäure (vom specif. Gewicht 1,19) und erhitzt diese Mischung auf dem Drahtnetz, bis das ausgeschiedene Caseïn gelöst ist und die Mischung durch entweichende Gasblasen in lebhaftes Aufwallen geräth. Da diese Operation nur etwa eine Minute in Anspruch nimmt, so hält man den Apparat direct mit der Hand auf dem erhitzten Drahtnetz. Die etwas bräunlich gefärbte, durch die ausgeschiedenen Fetttröpfchen schwach getrübte Flüssigkeit wird hierauf auf etwa 40° C. abgekühlt, das Rohr soweit mit Aether gefüllt, dass der oberste Theilstrich der Scala noch nicht erreicht wird, das Rohr dann mit einem guten Korkstopfen fest verschlossen und der Inhalt fünf Minuten lang kräftig geschüttelt. Nach Verlauf einer halben Stunde liest man das Volum der klaren Aetherfettschicht ab, indem man an der Scala oben und unten je den unteren Meniscus berücksichtigt und die Differenz beider Ablesungen als das gesuchte Volumen notirt. Von dieser Aetherfettschicht misst man hierauf mit einer Pipette vorsichtig 20 ccm ab, bringt dieselben in ein leichtes, genau gewogenes, trockenes Kölbchen, dunstet den Aether bei mässiger Wärme ab, trocknet das restirende Fett bei 100° C. bis zum constanten Gewicht und wägt. Die Berechnung des erzielten Resultats ist sehr einfach. Angenommen, die Aetherfettschicht habe bei der Ablesung oben 53,4 und unten 24,6 ergeben, das Volumen derselben habe also 53,4 — 24,6 = 28,8 ccm betragen und das aus 20 ccm dieser Aetherfettlösung gewonnene Milchfett habe 0,223 g gewogen, so enthielten die gesammten 28,8 ccm Aetherfettlösung 0,321 g Fett:

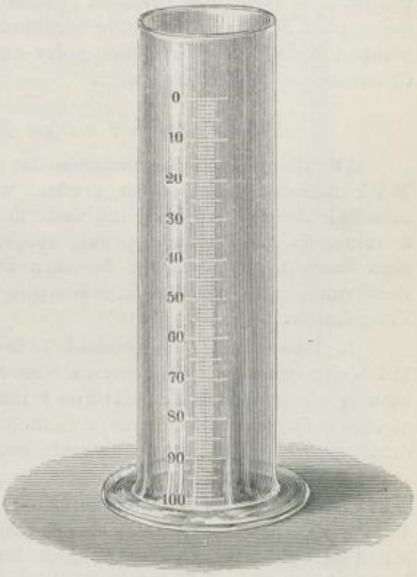
$$20 : 0{,}223 = 28{,}8 : x; \quad x = 0{,}321.$$

10 ccm Milch (= 10,3 g) enthalten somit 0,321 g Fett = 3,11 Proc.

$$10{,}3 : 0{,}321 = 100 : x; \quad x = 3{,}11.$$

Das Soxhlet'sche aräometrische Verfahren beruht darauf, dass beim Schütteln gemessener Mengen von Milch, Kalilauge und Aether das Fett vollständig in den Aether hineingeht und sich in Folge dessen die Concentration dieser Aetherfettlösung, bezüglich der Fettgehalt derselben, direct durch eine genaue Bestimmung des specifischen Gewichtes ermitteln lässt. Zu diesem Zweck werden 200 ccm Milch mit 10 ccm Kalilauge von 1,26 bis 1,27 specif. Gewicht und 60 ccm wasserhaltigen Aethers geschüttelt, die klar abgesetzte Aetherfettlösung dann mit Hülfe eines Kautschukgebläses in einen Cylinder gedrückt, in welchem sich ein Aräometer befindet und mit diesem bei 17,5° C. das specifische Gewicht der Aetherfettlösung ermittelt. Mit Hülfe von Tabellen, welche dem Apparat, im Verein mit einer genauen Beschreibung der Handhabung desselben, beigegeben sind, kann man schliesslich den Fettgehalt der Milch, der dem abgelesenen specifischen Gewicht entspricht, direct finden. Der Preis eines derartigen, unter Umständen jedoch ziemlich viel Aether consumirenden Apparates stellt sich auf 55 Mk.

Fig. 111.



Nach dem sehr schnell und dabei durchaus exact arbeitenden Gerber'schen acid-butyrometrischen Verfahren bringt man in ein besonderes, mit Scala versehenes Röhrchen 10 ccm Schwefelsäure von 1,820 bis 1,825 specif. Gewicht, 1 ccm Amylalkohol und 11 ccm Milch, verschliesst das Röhrchen mit einem Kautschukstopfen und schüttelt die Mischung um. Nachdem das Röhrchen noch einige Minuten lang in Wasser von 60 bis 70° C. eingetaucht gewesen ist, wird es dreimal je zwei bis drei Minuten lang in der Kreisel-Centrifuge ausgeschleudert, von Neuem einige Minuten in Wasser von 60 bis 70° C. eingetaucht und alsdann der Fettgehalt der untersuchten Milch direct an der Scala abgelesen. In dieser Kreisel-Centrifuge, welche auch zur Wasserbestimmung in der Butter und zu anderen Zwecken dienen kann, können gleichzeitig 8 bis 24 Milchproben ausgeschleudert werden. Der Preis einer solchen Centrifuge, einschliesslich der zur Milchfettbestimmung erforderlichen Röhrchen, ist ein verhältnissmässig hoher: 75 bis 80 Mk.

Ueber weitere Methoden der Fettbestimmung in der Milch s. unten.

7. Rahmgehalt. Um die Rahmmenge zu bestimmen, welche eine Milch abzuscheiden im Stande ist, füllt man dieselbe in einen 4 cm weiten, 100 ccm fassenden, graduirten Cylinder, lässt sie 24 Stunden bei mittlerer Temperatur (15° C.) stehen und sieht dann zu, wie viel Raumtheile Rahm sich auf der Milch befinden. Gewöhnlich benutzt man zu diesem Zweck das Cremometer von Chevalier (Fig. 111), welches, bis zum Nullpunkt mit Milch angefüllt, direct gestattet, die Raumtheile Rahm an der darin befindlichen Scala abzulesen. Gute ganze Milch scheidet gewöhnlich 10 bis 14 Proc., Marktmilch 6 bis 8 Proc. Rahm ab. Die Bestimmung der Rahm-

menge hat für die Beurtheilung der Milch nur einen untergeordneten Werth, da ein hoher Rahmgehalt nicht mit Sicherheit auch einen hohen Fettgehalt bedingt und umgekehrt.

Am Boden des Cremometers scheide sich kein Schmutz etc. ab.

8. Milchzucker. Ueber die quantitative Bestimmung des Milchzuckers in der Milch s. S. 923.

9. Asche. Zur Bestimmung des Aschengehaltes dampft man 25 g der zu prüfenden Milch in einem Platintiegel oder besser in einem flachen Platinschälchen nach Zusatz einiger Tropfen Essigsäure im Wasserbade zur Trockne ein, verkohlt den Rückstand vollständig, zieht die verkohlte Masse mehrmals mit heissem Wasser aus und giesst jedesmal die erzielte Lösung von der Kohle klar ab. Die im Tiegel verbleibende Kohle wird alsdann nach abermaligem Trocknen durch starkes Glühen weiss gebrannt, hierauf der wässerige Auszug nach und nach zugesetzt, verdampft, der Rückstand schwach geglüht und nach dem Erkalten gewogen. Die directe Einäscherung der eingedampften Milch liefert häufig ungenaue Resultate, da durch die hohe Temperatur, welche die Verbrennung der ausgeschiedenen Kohle erfordert, etwas Chlornatrium verflüchtigt wird.

b) Abgekürzte Milchanalyse.

Für die polizeiliche Controle der Marktmilch ist es nothwendig, die Milch mittelst Methoden zu prüfen, welche, unbeschadet der Genauigkeit, innerhalb sehr kurzer Zeit, und zwar möglichst ohne Laboratorium und ohne Schulung in chemischen Arbeiten, ausgeführt werden können. Die in diesem Sinn brauchbaren Methoden bestehen in einer Prüfung der Reaction, einer Bestimmung des specifischen Gewichtes und weiter in einer Ermittelung des Fettgehaltes.

1. Reaction. Wie bereits S. 1825 erwähnt, ist die Reaction der frischen Milch eine amphotere, d. h. normale Milch verändert sowohl empfindliches blaues, als auch empfindliches rothes Lackmuspapier. Wendet man nur violett gefärbtes Lackmuspapier (s. S. 1760) zur Prüfung an, so wird dieses durch normale Milch keine Veränderung erleiden.

2. Specifisches Gewicht. Das specifische Gewicht der normalen Milch schwankt bei 15° C. zwischen 1,029 und 1,033, im Mittel beträgt es 1,0317; das specifische Gewicht der abgerahmten oder sogenannten blauen Milch schwankt zwischen 1,0325 und 1,0365, es beträgt im Mittel 1,0345. Wird die Milch mit Wasser verfälscht, so muss sie eine Erniedrigung des specifischen Gewichtes erleiden, wird sie dagegen mehr oder minder stark abgerahmt, so muss das specifische Gewicht eine Erhöhung erfahren. In beiden Fällen wird also eine genaue Bestimmung des specifischen Gewichtes, unter Berücksichtigung der äusseren Beschaffenheit, wesentliche Anhaltspunkte für die Beurtheilung der Milch liefern. Die durch Wasserzusatz bedingte Verminderung des specifischen Gewichtes beträgt für normale und für abgerahmte Milch:

	Normale Milch	Abgerahmte Milch
rein	1,029 bis 1,033	1,0325 bis 1,0365
1/10 Wasser . .	1,026 „ 1,029	1,029 „ 1,0325
2/10 „ . .	1,023 „ 1,026	1,026 „ 1,029
3/10 „ . .	1,020 „ 1,023	1,0225 „ 1,026
4/10 „ . .	1,017 „ 1,020	1,0195 „ 1,0225
5/10 „ . .	1,014 „ 1,017	1,016 „ 1,0195

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes der Milch wird nur dann unmittelbar keinen Anhalt liefern, wenn gleichzeitig Abrahmung und Ver-

dünnung mit Wasser stattgehabt hat. Eine solche, nach zwei Richtungen hin verfälschte, unter Umständen das normale specifische Gewicht zeigende Milch wird sich jedoch, abgesehen von dem niedrigen specifischen Gewicht der blauen Milch, welche dieselbe nach der Abrahmung liefert, leicht durch das Aeussere, die bläulichweisse Farbe und durchscheinende Beschaffenheit, zu erkennen geben. Letzteres wird sich besonders bemerkbar machen, wenn man einen Tropfen auf einen geschwärzten Untergrund fallen lässt und die Färbung desselben mit der eines Tropfens normaler Milch vergleicht. Unter Berücksichtigung dieses Umstandes erscheint eine als „ganze Milch" (s. S. 1849) bezeichnete Milch als verdächtig, wenn sich ihr specifisches Gewicht bei 15° C. wesentlich von 1,0317 entfernt, sie ist mit hoher Wahrscheinlichkeit als gefälscht zu betrachten, wenn ihr specifisches Gewicht bei 15° C. unter 1,029 oder über 1,033 beträgt. Findet sich bei der Marktcontrole eine als „ganze Milch" bezeichnete Milch, welche bei 15° C. ein unter oder über jenen Grenzzahlen liegendes specifisches Gewicht zeigt, so ist dieselbe von Seiten des Controlirenden zu beanstanden und von derselben eine etwas grössere Probe behufs weiterer Untersuchung, besonders behufs Bestimmung des Fettgehaltes zu entnehmen.

Fig. 112.

Zur Ermittelung des specifischen Gewichtes der Milch kann jedes genau gearbeitete Aräometer, ebenso auch das Pyknometer und die Mohr'sche Wage dienen. Das verbreitetste und besonders für die Marktcontrole geeignete derartige Instrument ist das Lactodensimeter von Quevenne und Müller (Fig. 112). Letzteres ist ein Aräometer, an welchem sich die specifischen Gewichte von 1,014 bis 1,042 direct ablesen lassen. Auf der Scala desselben sind jedoch nur je die zweite und dritte Decimale verzeichnet, so dass also die Zahlen 14 bis 42 einem specifischen Gewicht von 1,014 bis 1,042 entsprechen. Da sich indessen das specifische Gewicht der Milch mit der Temperatur derselben ändert, so ist letztere gleichzeitig mit jeder specifischen Gewichtsbestimmung zu ermitteln und alsdann das gefundene specifische Gewicht auf die Normaltemperatur von 15° C. zu reduciren. Bei den neueren Lactodensimetern befindet sich das Thermometer in dem Aräometer selbst, anderenfalls ist die Temperatur der Milch gesondert mittelst eines empfindlichen Thermometers zu messen. Die Reduction des ermittelten specifischen Gewichtes auf Normaltemperatur von 15° C. geschieht nach den nachstehenden, von Chr. Müller für ganze und für abgerahmte Milch bearbeiteten Tabellen I, II (s. S. 1844 u. f.). Der Gebrauch derselben ist sehr einfach. Hatte man z. B. ganze Milch bei 20° C. untersucht und an dem Lactodensimeter 30 Grade, entsprechend einem specifischen Gewicht von 1,030, abgelesen, so findet man in der durch die Zahl 30 bezeichneten Horizontalspalte der Correctionstabelle, wenn man von links nach rechts bis zu der Stelle vorwärts geht, an welcher sie von der mit 20 überschriebenen Verticalspalte geschnitten wird, die Zahl 31,2, welche dem specifischen Gewicht der untersuchten Milch bei 15° C. 1,0312 entspricht. Eine ungefähre Correction kann man dadurch vornehmen, dass man für jeden Grad über 15° C. den abgelesenen

Tabelle I.

Correctionstabelle für ganze Milch (Chr. Müller).

Wärmegrade der Milch nach Celsius.

Grade am Lactodensimeter	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
14	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	14,0	14,1	14,2	14,4	14,6	14,8	15,0	15,2	15,4	15,6	15,8
15	14,2	14,3	14,4	14,5	14,6	14,7	14,8	15,0	15,1	15,2	15,4	15,6	15,8	16,0	16,2	16,4	16,6	16,8
16	15,2	15,3	15,4	15,5	15,6	15,7	15,8	16,0	16,1	16,3	16,5	16,7	16,9	17,1	17,3	17,5	17,7	17,9
17	16,2	16,3	16,4	16,5	16,6	16,7	16,8	17,0	17,1	17,3	17,5	17,7	17,9	18,1	18,3	18,5	18,7	18,9
18	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	18,0	18,1	18,3	18,5	18,7	18,9	19,1	19,3	19,5	19,7	19,9
19	18,2	18,3	18,4	18,5	18,6	18,7	18,8	19,0	19,1	19,3	19,5	19,7	19,9	20,1	20,3	20,5	20,7	20,9
20	19,1	19,2	19,3	19,4	19,5	19,6	19,8	20,0	20,1	20,3	20,5	20,7	20,9	21,1	21,3	21,5	21,7	21,9
21	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,8	21,0	21,2	21,4	21,6	21,8	22,0	22,2	22,4	22,6	22,8	23,0
22	21,1	21,2	21,3	21,4	21,5	21,6	21,8	22,0	22,2	22,4	22,6	22,8	23,0	23,2	23,4	23,6	23,8	24,1
23	22,1	22,2	22,3	22,4	22,5	22,6	22,8	23,0	23,2	23,4	23,6	23,8	24,0	24,2	24,4	24,6	24,8	25,1
24	23,1	23,2	23,3	23,4	23,5	23,6	23,8	24,0	24,2	24,4	24,6	24,8	25,0	25,2	25,4	25,6	25,8	26,1
25	24,0	24,1	24,2	24,3	24,5	24,6	24,8	25,0	25,2	25,4	25,6	25,8	26,0	26,2	26,4	26,6	26,8	27,1
26	25,0	25,1	25,2	25,3	25,5	25,6	25,8	26,0	26,2	26,4	26,6	26,9	27,1	27,3	27,5	27,7	27,9	28,2
27	26,0	26,1	26,2	26,3	26,5	26,6	26,8	27,0	27,2	27,4	27,6	27,9	28,2	28,4	28,6	28,8	29,0	29,3
28	26,9	27,0	27,1	27,2	27,4	27,6	27,8	28,0	28,2	28,4	28,6	28,9	29,2	29,4	29,6	29,9	30,1	30,4
29	27,8	27,9	28,1	28,2	28,4	28,6	28,8	29,0	29,2	29,4	29,6	29,9	30,2	30,4	30,6	30,9	31,2	31,5
30	28,7	28,8	29,0	29,2	29,4	29,6	29,8	30,0	30,2	30,4	30,6	30,9	31,2	31,4	31,6	31,9	32,2	32,5
31	29,7	29,8	30,0	30,2	30,4	30,6	30,8	31,0	31,2	31,4	31,7	32,0	32,3	32,5	32,7	33,0	33,3	33,6
32	30,6	30,8	31,0	31,2	31,4	31,6	31,8	32,0	32,2	32,4	32,7	33,0	33,3	33,6	33,8	34,1	34,4	34,7
33	31,6	31,8	32,0	32,2	32,4	32,6	32,8	33,0	33,2	33,4	33,7	34,0	34,3	34,6	34,9	35,2	35,5	35,8
34	32,5	32,7	32,9	33,1	33,3	33,5	33,8	34,0	34,2	34,4	34,7	35,0	35,3	35,6	35,9	36,2	36,5	36,8
35	33,4	33,6	33,8	34,0	34,2	34,4	34,7	35,0	35,2	35,4	35,7	36,0	36,3	36,6	36,9	37,2	37,5	37,8

Tabelle II.

Correctionstabelle für abgerahmte Milch (Chr. Müller).

Wärmegrade der Milch nach Celsius.

Fettgehalt der Milch	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
18	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	17,9	18,0	18,1	18,2	18,4	18,6	18,8	18,9	19,1	19,3	19,5	19,7
19	18,3	18,4	18,5	18,6	18,7	18,8	18,9	19,0	19,1	19,2	19,4	19,6	19,8	19,9	20,1	20,3	20,5	20,7
20	19,3	19,4	19,5	19,6	19,7	19,8	19,9	20,0	20,1	20,2	20,4	20,6	20,8	20,9	21,1	21,3	21,5	21,7
21	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9	21,0	21,1	21,2	21,4	21,6	21,8	21,9	22,1	22,3	22,5	22,7
22	21,3	21,4	21,5	21,6	21,7	21,8	21,9	22,0	22,1	22,2	22,4	22,6	22,8	22,9	23,1	23,3	23,5	23,7
23	22,3	22,4	22,5	22,6	22,7	22,8	22,9	23,0	23,1	23,2	23,4	23,6	23,8	23,9	24,1	24,3	24,5	24,7
24	23,2	23,3	23,4	23,5	23,6	23,7	23,9	24,0	24,1	24,2	24,4	24,6	24,8	24,9	25,1	25,3	25,5	25,7
25	24,1	24,2	24,3	24,4	24,5	24,6	24,8	25,0	25,1	25,2	25,4	25,6	25,8	25,9	26,1	26,3	26,5	26,7
26	25,1	25,2	25,3	25,4	25,5	25,6	25,8	26,0	26,1	26,3	26,5	26,7	26,9	27,0	27,2	27,4	27,6	27,8
27	26,1	26,2	26,3	26,4	26,5	26,6	26,8	27,0	27,1	27,3	27,5	27,7	27,9	28,1	28,3	28,5	28,7	28,9
28	27,1	27,2	27,3	27,4	27,5	27,6	27,8	28,0	28,1	28,3	28,5	28,7	28,9	29,1	29,3	29,5	29,7	29,9
29	28,1	28,2	28,3	28,4	28,5	28,6	28,8	29,0	29,1	29,3	29,5	29,7	29,9	30,1	30,3	30,5	30,7	30,9
30	29,3	29,2	29,3	29,4	29,5	29,6	29,8	30,0	30,1	30,3	30,5	30,7	30,9	31,1	31,3	31,5	31,7	31,9
31	30,1	30,2	30,3	30,4	30,5	30,6	30,8	31,0	31,2	31,4	31,6	31,8	32,0	32,2	32,4	32,6	32,8	33,0
32	31,1	31,2	31,3	31,4	31,5	31,6	31,8	32,0	32,2	32,4	32,6	32,8	33,0	33,2	33,4	33,6	33,9	34,1
33	32,1	32,2	32,3	32,4	32,5	32,6	32,8	33,0	33,2	33,4	33,6	33,8	34,0	34,2	34,4	34,6	34,9	35,2
34	33,1	33,2	33,3	33,4	33,5	33,6	33,8	34,0	34,2	34,4	34,6	34,8	35,0	35,2	35,4	35,6	35,9	36,2
35	34,0	34,1	34,2	34,3	34,4	34,6	34,8	35,0	35,2	35,4	35,6	35,8	36,0	36,2	36,4	36,6	36,9	37,2
36	35,0	35,1	35,2	35,3	35,4	35,6	35,8	36,0	36,2	36,4	36,6	36,9	37,1	37,3	37,5	37,7	38,0	38,3
37	36,0	36,1	36,2	36,3	36,4	36,6	36,8	37,0	37,2	37,4	37,6	37,9	38,2	38,4	38,6	38,8	39,1	39,4
38	37,0	37,1	37,2	37,3	37,4	37,6	37,8	38,0	38,2	38,4	38,6	38,9	39,2	39,4	39,7	39,9	40,2	40,5
39	37,9	38,0	38,2	38,3	38,4	38,6	38,8	39,0	39,2	39,4	39,6	39,9	40,2	40,4	40,7	41,0	41,3	41,6
40	38,8	38,9	39,1	39,2	39,4	39,6	39,8	40,0	40,2	40,4	40,6	40,9	41,2	41,4	41,7	42,0	42,3	42,6

III. Tabelle,

welche die den abgeschiedenen Zehntel-Cubikcentimetern Aetherfettlösung entsprechenden Fettprocente anzeigt (F. Schmidt, B. Tollens).

Zehntel ccm Aetherfettlös.	Entsprechen Proc. Fett	Zehntel ccm	Entsprechen Proc. Fett	Zehntel ccm	Entsprechen Proc. Fett	Zehntel ccm	Entsprechen Proc. Fett	Zehntel ccm	Entsprechen Proc. Fett
1 Zehntel	1,339	12	3,583	23	7,016	34	12,494	45	17,972
1,5	1,441	12,5	3,685	23,5	7,265	34,5	12,743	45,5	18,221
2	1,543	13	3,787	24	7,514	35	12,992	46	18,470
2,5	1,645	13,5	3,889	24,5	7,763	35,5	13,241	46,5	18,719
3	1,747	14	3,991	25	8,012	36	13,490	47	18,968
3,5	1,849	14,5	4,093	25,5	8,261	36,5	13,739	47,5	19,217
4	1,951	15	4,195	26	8,510	37	13,988	48	19,466
4,5	2,053	15,5	4,297	26,5	8,759	37,5	14,237	48,5	19,715
5	2,155	16	4,399	27	9,008	38	14,486	49	19,964
5,5	2,257	16,5	4,501	27,5	9,257	38,5	14,735	49,5	20,213
6	2,359	17	4,628	28	9,506	39	14,984	50	20,462
6,5	2,461	17,5	4,792	28,5	9,755	39,5	15,233	50,5	20,711
7	2,563	18	4,956	29	10,004	40	15,482	51	20,960
7,5	2,665	18,5	5,129	29,5	10,253	40,5	15,731	51,5	21,209
8	2,767	19	5,306	30	10,502	41	15,980	52	21,458
8,5	2,869	19,5	5,483	30,5	10,751	41,5	16,229	52,5	21,707
9	2,971	20	5,660	31	11,000	42	16,478		
9,5	3,073	20,5	5,837	31,5	11,249	42,5	16,727		
10	3,175	21	6,020	32	11,498	43	16,976		
10,5	3,277	21,5	6,269	32,5	11,747	43,5	17,225		
11	3,379	22	6,518	33	11,996	44	17,474		
11,5	3,481	22,5	6,767	33,5	12,245	44,5	17,723		

Tabelle IV.

Der Trockensubstanzgehalt der Milch beträgt (in Gramm für 100 ccm):

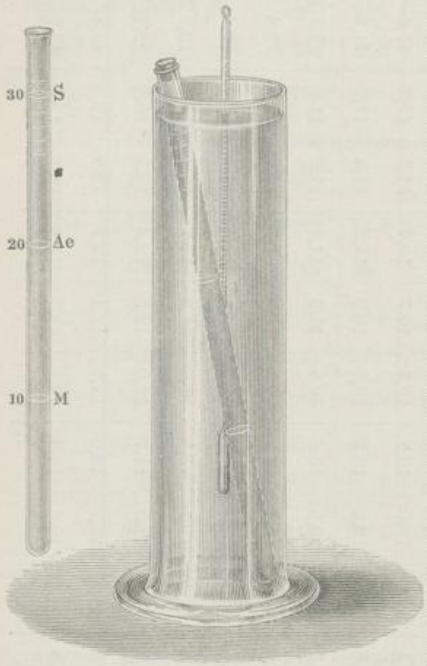
Bei einem specif. Gew. der Milch von	Bei einem Fettgehalt der Milch (in Gramm für 100 ccm) von:																
	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6
1,028	9,0	9,3	9,5	9,7	10,0	10,2	10,4	10,7	10,9	11,1	11,4	11,6	11,8	12,1	12,3	12,5	12,8
1,029	9,3	9,5	9,8	10,0	10,2	10,5	10,7	10,9	11,2	11,4	11,6	11,9	12,1	12,3	12,6	12,8	13,0
1,030	9,5	9,8	10,0	10,2	10,5	10,7	10,9	11,2	11,4	11,6	11,9	12,1	12,4	12,6	12,8	13,1	13,3
1,031	9,8	10,0	10,3	10,5	10,7	11,0	11,2	11,4	11,7	11,9	12,2	12,4	12,6	12,9	13,1	13,3	13,6
1,032	10,0	10,3	10,5	10,8	11,0	11,2	11,5	11,7	11,9	12,2	12,4	12,6	12,9	13,1	13,3	13,6	13,8
1,033	10,3	10,6	10,8	11,0	11,3	11,5	11,7	12,0	12,2	12,4	12,7	12,9	13,1	13,4	13,6	13,8	14,1
1,034	10,6	10,8	11,0	11,3	11,5	11,7	12,0	12,2	12,4	12,7	12,9	13,1	13,4	13,6	13,8	14,1	14,3
1,035	10,8	11,0	11,3	11,5	11,7	12,0	12,2	12,4	12,7	12,9	13,2	13,4	13,6	13,9	14,1	14,3	14,6
1,036	11,1	11,3	11,5	11,8	12,0	12,3	12,5	12,7	13,0	13,2	13,4	13,7	13,9	14,1	14,4	14,6	14,8

Scalentheilen 0,2 zuzählt, für jeden Grad unter 15° C. dagegen 0,2 abzieht. Für obiges Beispiel würde sich somit ergeben $30 + 5 \times 0{,}2 = 31$ oder ein specifisches Gewicht von 1,031 bei 15° C.

Bei der Ermittelung des specifischen Gewichtes der Milch ist das trockene Lactodensimeter langsam in die in einem etwa 4 cm weiten Cylinder befindliche Milch einzusenken, das Niveau der Milch dann in die Höhe des Auges zu bringen und den mit diesem Niveau zusammenfallenden Theilstrich des Lactodensimeters schliesslich als specifisches Gewicht abzulesen. Die Milch zieht sich gewöhnlich am Lactodensimeter etwas in die Höhe, so dass der fragliche Theilstrich bisweilen dem Auge nicht direct sichtbar ist.

An Stelle des Quevenne-Müller'schen Lactodensimeters dient jetzt auch vielfach das Soxhlet'sche Milcharäometer, dessen Scalentheilstriche 24 bis 38 (einem specif. Gewicht 1,024 bis 1,038 entsprechend) weiter aus einander liegen als bei ersterem Instrument.

Fig. 113.

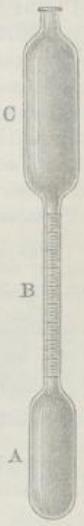


3. Fettgehalt. Die verschiedenen optischen Methoden, welche zur schnellen Bestimmung des Fettes empfohlen sind, basiren darauf, dass einestheils die Milch um so undurchsichtiger ist, je mehr sie Fett enthält, und anderentheils, dass nach dem grösseren oder geringeren Fettgehalt der Milch derselben auch eine grössere oder geringere Menge Wasser zugesetzt werden kann, ehe sie durchscheinend wird. Diese Methoden können jedoch nur einen geringen Anspruch auf Genauigkeit machen, da es der Fettgehalt nicht allein ist, welcher die Undurchsichtigkeit der Milch bedingt, sondern das gelöste Caseïn und Lactalbumin ebenfalls einen gewissen Antheil daran nehmen. Ferner werden zwei Milchsorten von gleichem Fettgehalt nur dann die gleiche Undurchsichtigkeit zeigen, wenn sie in dem gegebenen Raum auch die gleiche Anzahl von Fettkügelchen der verschiedenen Grössen enthalten, eine Bedingung, die bei dem wechselnden Mengenverhältniss zwischen kleinen und grossen Fettkügelchen wohl nur selten erfüllt sein dürfte. Schliesslich bedarf die Benutzung der optischen Milchprüfungsapparate auch ein geübtes Auge, da häufig je nach der Haltung des Apparates und der Natur des Lichtes die Undurchsichtigkeit modificirt wird. Zu diesen Apparaten zählen die Lactoskope von Vogel, Donné, Seidlitz, Reischauer, Feser, Heusner, Mittelstrass u. A.

Genauer als mittelst der optischen Milchprüfungsinstrumente lässt sich der Fettgehalt der Milch durch das Marchand'sche, bezw. Longi'sche Lactobutyrometer ermitteln. Letzteres beruht auf der Thatsache, dass das Fett der Milch durch Alkohol enthaltenden Aether vollständig entzogen und aus dieser Lösung durch weiteren Alkoholzusatz bis auf einen Bruch-

theil wieder abgeschieden wird. Die Menge des abgeschiedenen, noch etwas ätherhaltigen Fettes ist natürlich um so grösser, je fettreicher die angewendete Milch war. Das Lactobutyrometer von Marchand besteht aus einer 37 cm langen und 11 mm gleichmässig weiten, an dem einen Ende geschlossenen Glasröhre (Fig. 113 a. S. 1848). Von dem geschlossenen Ende ab ist das Rohr durch drei rundum laufende, 10 — M, 20 — Ae und 30 — S bezeichnete Theilstriche in drei gleiche, je 10 ccm fassende Theile getheilt, deren oberste Abtheilung noch eine Theilung in Zehntel-Cubikcentimeter trägt. Zur Untersuchung füllt man das trockene oder mit der zu prüfenden Milch ausgespülte Rohr genau bis zur Marke [10 — M] mit der zu analysirenden zuvor tüchtig durchgeschüttelten Milch, fügt dann genau bis zur Marke [20 — Ae] Aether vom specif. Gew. 0,725 zu, verschliesst das Rohr mit einem gut schliessenden Kork und schüttelt die Mischung tüchtig durch, so dass das Ganze eine gleichmässige Masse bildet. Hierauf fügt man der Mischung Alkohol genau von 92 Vol.-Proc. genau bis zur Marke [30 — S] zu, schüttelt die Flüssigkeit abermals kräftig durch und stellt dann das gut verschlossene Rohr in Wasser von 40° C. Nach einer bis zwei Minuten schüttelt man dasselbe von Neuem (in verticaler Stellung) tüchtig durch, lässt es dann noch zehn Minuten eingesenkt in Wasser von 40° C. stehen, senkt es hierauf in Wasser von 20° C. ein und wartet mit dem Ablesen, bis das bei der Abkühlung sich noch ausscheidende Fett vollständig aufgestiegen ist und sich mit der bereits vorhandenen Fettschicht vereinigt hat. Aus der Länge der Fettschicht, die man in Zehntel-Cubikcentimeter an der Theilung des Butyrometers direct abliest, ergiebt sich nach vorstehender, von F. Schmidt und B. Tollens bearbeiteten Tabelle III (s. S. 1846) unmittelbar in Grammen die in 100 ccm der untersuchten Milch enthaltene Fettmenge. Beim Ablesen der Fettschicht ist von dem oberen und unteren Niveau derselben je der untere Meniscus ins Auge zu fassen.

Fig. 114.



Bei Anwendung des Longi'schen Lactobutyrometers (Fig. 114), welches ein besseres Mischen und ein genaueres Ablesen der Fettschicht an der Scala B ermöglicht, bringt man 10 ccm der gut durchgeschüttelten Milch mittelst Pipette in den Theil *A* desselben, fügt dann 20 ccm einer Mischung aus 500 ccm Alkohol von 90 Proc., 500 ccm Aether und 2 ccm Ammoniakflüssigkeit von 0,920 specif. Gewicht zu, verschliesst das Lactobutyrometer und schüttelt den Inhalt, indem man ihn in *C* hineinfliessen lässt, kräftig durch. Im Uebrigen verfährt man, wie oben für das Marchand'sche Lactobutyrometer angegeben ist; zur Berechnung des Fettgehaltes dient ebenfalls die Tabelle III (s. S. 1846).

Die mit dem Marchand'schen, bezw. Longi'schen Lactobutyrometer nach obigen Angaben erzielten Resultate stimmen bei sorgfältiger Arbeit genügend mit den auf gewichtsanalytischem Wege gefundenen überein, wenn es sich für praktische Zwecke um die Untersuchung von ganzer Milch oder von normaler Marktmilch handelt; für abgerahmte Milch ist das Verfahren nicht brauchbar, da die erzielten Resultate nur sehr annähernd dem wirklichen Fettgehalt entsprechen. In sehr fettarmer Milch, sowie in zweifelhaften Fällen ist daher der Fettgehalt der Milch nach den auf S. 1838 u. f. angegeben Methoden zu ermitteln. Behufs Umrechnung von Cubikcentimetern Milch in Gramme sind 100 ccm = 103 g zu setzen.

Normale ganze Milch, d. h. Milch, wie sie von der Kuh producirt wird, enthalte im Minimum 3 Proc. Fett; normale Marktmilch, gewöhn-

lich durch Mischen von ganzer Morgenmilch mit theilweise abgerahmter Abendmilch dargestellt, enthalte im Minimum 2,5 Proc., abgerahmte oder blaue Milch im Minimum 0,5 Proc. Fett.

4. Trockensubstanz. Da in der Milch der Trockensubstanzgehalt, das specifische Gewicht und der Fettgehalt in einem ziemlich constanten Verhältnisse zu einander stehen, so lässt sich der Trockensubstanzgehalt (T), falls letztere beiden Factoren bekannt sind, mit annähernder, jedoch für die Praxis meist genügender Genauigkeit nach der Formel $T = 1{,}2 \times f + \left[2{,}665 \times \frac{100 \times S - 100}{S}\right]$, in welcher f = Proc. Fett und S = specifisches Gewicht bedeutet, berechnen. Die vorstehende, von Fleischmann und Morgen aufgestellte Tabelle IV ergiebt unmittelbar den Gehalt an Trockensubstanz für die verschiedenen, specifischen Gewichte bei 15° C. und die verschiedenen Fettgehalte der Milch. Die zwischen den in der Tabelle angegebenen Zahlen liegenden Werthe, z. B. Fettgehalt von 3,1 Proc. oder specifisches Gewicht von 1,0315, lassen sich leicht berechnen. Für die Umrechnung der Cubikcentimeter Milch der Tabelle in Gramme Milch sind ebenfalls 100 ccm = 103 g zu setzen. Der Trockensubstanzgehalt der ganzen Milch betrage im Minimum 11,5 Proc., der der Marktmilch im Minimum 11 Proc. und der der blauen oder abgerahmten Milch im Minimum 9 Proc.

Das specifische Gewicht der Milchtrockensubstanz (M) wird nach der Formel: $M = \frac{T \times S}{T \times S - [100 \times S + 100]}$, worin T = Trockensubstanzgehalt, S = specifisches Gewicht der Milch bedeutet, berechnet. Der Gehalt an fettfreier Trockensubstanz ergiebt sich durch Subtraction des Fettgehaltes (F) vom Trockensubstanzgehalte (T), mithin als $T - F$. Der procentische Fettgehalt der Trockensubstanz ergiebt sich als $\frac{F \times 100}{T}$.

Zur Unterscheidung von gekochter und ungekochter Milch kann nach M. Rubner der Umstand dienen, dass beim Aufkochen das in der Milch enthaltene Lactalbumin coagulirt wird, somit durch die üblichen Methoden in der gekochten Milch nicht mehr nachweisbar ist. Zur Ausführung dieser Prüfung versetzt man 10 bis 20 ccm Milch unter Umschütteln mit so viel Kochsalz, dass eine reichliche Menge davon ungelöst bleibt, erwärmt hierauf die Mischung auf 30 bis 40° C. und filtrirt. Tritt beim Aufkochen des klaren Filtrates noch eine Ausscheidung von coagulirtem Eiweiss ein, so lag ungekochte Milch oder ein Gemisch von ungekochter und gekochter Milch vor, tritt dagegen beim Aufkochen keine Ausscheidung von coagulirtem Eiweiss ein, so war die fragliche Milch bereits gekocht.

Versetzt man ferner 10 ccm Milch mit einem Tropfen Wasserstoffsuperoxydlösung von 0,2 Proc. und zwei Tropfen wässeriger Paraphenylendiaminlösung von 2 Proc., so tritt bei starkem Schütteln bei ungekochter Milch sofort eine Blaufärbung ein (Storch).

Kranke Milch. Gewisse Krankheiten der Kühe übertragen sich auch auf die Milch derselben. Derartige Milch giebt sich meist durch anormale äussere Eigenschaften: Geruch, Geschmack, Farbe und mikroskopische Beschaffenheit, sowie auch durch abnorme chemische Zusammensetzung (sehr grossen Gehalt an Albuminaten) derselben zu erkennen. Auch die Colostrum-Milch, d. h. die Milch, welche von der Kuh gleich nach dem Kalben producirt wird, ist von wesentlich anderer Zusammensetzung als die normale Milch. Sie ist besonders reich an Albuminaten (5 bis 12 Proc.), ferner zeigen die Fettkügelchen zum Theil die zehnfache Grösse von derjenigen der nor-

malen. Die rothe Milch verdankt ihre Färbung einem geringen Blutgehalt, seltener der Entwickelung von *Bacillus prodigiosus*, *Sarcina rosea* etc., die blaue Milch einem vielleicht den Rosanilinfarbstoffen nahestehenden Pigment, welches sich anscheinend durch Zersetzung des Caseïns oder Lactalbumins unter Mitwirkung von *Bacillus cyanogenus*, bezw. *B. cyaneofluorescens* bildet. Die lange, schleimige oder fadenziehende Milch, deren Rahm sich in lange Fäden ziehen lässt, scheint diese Eigenschaft einer anormalen, durch *Bacillus lactis viscosus* und andere Bacterien bedingten Beschaffenheit der Eiweisskörper zu verdanken. Wässerige Milch, rasch sauer werdende oder sich leicht zersetzende Milch wird meist durch schlechte Fütterung der Kühe oder durch Unsauberkeit bei der Behandlung der Milch, bezw. die hierdurch geförderte Entwickelung von Bacterien und anderen Mikroorganismen, verursacht. Aehnliche Verhältnisse verursachen auch das Bitterwerden der Milch und andere anormale Erscheinungen.

Verfälschungen der Milch. Die Fälschung der Milch besteht fast ausschliesslich darin, dass man dieselbe einfach mit Wasser verdünnt, oder dass man sie durch Abrahmung theilweise entfettet und ihr selbst in diesem Zustande unter Umständen noch Wasser zusetzt. Ein Zusatz von Wasser ist unter allen Umständen als eine Fälschung zu betrachten, während eine theilweise Abrahmung nur dann als eine solche anzusehen ist, wenn derartige Milch als ganze Milch verkauft wird, oder wenn die Abrahmung so stark erfolgte, dass die abgerahmte Milch beim Verkauf als Marktmilch wesentlich unter 2,5 Proc. Fett enthält. Diese Fälschungen der Milch lassen sich durch Bestimmung des specifischen Gewichtes und des Fettgehaltes nach vorstehenden Angaben leicht constatiren. Da der Gehalt der normalen Milch an Sulfaten nur ein sehr geringer ist, so lässt sich häufig auch ein Zusatz von Wasser durch eine vergleichende qualitative Prüfung auf Schwefelsäure erkennen. Die mit der zehnfachen Menge destillirten Wassers verdünnte Milch ist zu diesem Zweck mit Salzsäure anzusäuern, aufzukochen, das klare Filtrat mit Chlorbaryumlösung zu versetzen und die Mischung einige Zeit stehen zu lassen.

Da die normale Milch frei ist von Nitraten, so giebt der Nachweis von Salpetersäure mittelst Diphenylamin einen werthvollen Anhaltspunkt zur Beurtheilung, ob eine Fälschung der Milch durch Zusatz von Wasser stattgefunden hat. Der Beweis für eine solche Fälschung kann jedoch nicht ausschliesslich auf den Nachweis der Salpetersäure basirt werden, vielmehr müssen noch andere Beweisgründe (Aeusseres, specifisches Gewicht, Fettgehalt etc.) vorliegen, um einen Zusatz von Wasser mit Sicherheit behaupten zu können.

Zum Nachweis der Salpetersäure kocht man 100 ccm Milch mit 1,5 ccm Chlorcalciumlösung von 20 Proc. auf und filtrirt. 20 mg Diphenylamin werden in 20 ccm verdünnter reiner Schwefelsäure (1 Vol. H^2SO^4, 3 Vol. H^2O) gelöst und diese Lösung mit reiner concentrirter Schwefelsäure zu 100 ccm verdünnt. 2 ccm dieser Diphenylaminlösung werden in ein kleines, weisses Porcellanschälchen gebracht, alsdann lässt man von obigem Milchfiltrat 0,5 ccm tropfenweise in die Mitte der Lösung fallen und das Ganze ohne zu mischen zwei bis drei Minuten ruhig stehen. Erst dann schwenke man das Schälchen gelinde um, überlasse den Inhalt wieder einige Zeit sich selbst und setze diese Operationen fort, bis die bei Gegenwart von Salpetersäure auftretenden intensiv blauen Zonen sich verbreitert haben und schliesslich die ganze Flüssigkeit gleichmässig mehr oder minder intensiv blau erscheinen lassen.

Um sich jedoch von der vollständigen Abwesenheit der Salpeter-

säure in den angewandten Reagentien, Gefässen etc. zu überzeugen, führe man zuvor unter den gleichen Bedingungen und unter Benutzung desselben Filtrirpapiers einen blinden Versuch (ohne Milch) aus.

Verfälschungen der Milch durch Zusatz von Stärkekleister, Mehl, Eiweiss, Zucker, Kalbsgehirn, Kreide, Gyps, Gummi, Dextrin, Traganth kommen jedenfalls, wenn sie überhaupt vorkommen, nur ganz vereinzelt vor, da einigermaassen beträchtliche Zusätze dieser Stoffe schon die äussere Beschaffenheit der Milch verändern. Conservirende Zusätze, wie Kalium- oder Natriumbicarbonat, Borax, Borsäure, Conservesalz (die eingedampfte Lösung von 5 Thln. Chlornatrium, 3 Thln. Kaliumnitrat und 2 Thln. Borsäure), Chlornatrium etc. lassen sich theils durch die Veränderung der Reaction, theils durch die Vermehrung des Aschengehaltes der Milch, bezüglich eine qualitative Prüfung der Asche selbst erkennen. Ein Zusatz von Stärkekleister oder von Mehl lässt sich sowohl durch eine mikroskopische Prüfung, als auch durch verdünnte Jodlösung: Blaufärbung —, nachweisen. Letztere Prüfung kann direct mit der 1 : 20 verdünnten Milch, besser jedoch in dem Filtrat, welches nach dem Ansäuern mit Essigsäure, Aufkochen und Filtriren resultirt, ausgeführt werden. Die Jodlösung ist in solcher Menge zuzusetzen, dass die anfänglich wieder verschwindende gelbliche Färbung constant bleibt. Ueber den Nachweis von Salicylsäure in der Milch siehe S. 1068, über den Nachweis des Formaldehyds S. 311, über den der Borsäure I. anorg. Thl., S. 440.

Ein Zusatz von Natriumcarbonat und auch von Natriumbicarbonat kann häufig dadurch erkannt werden, dass man 10 ccm der aufgekochten Milch mit 10 ccm Alkohol und einigen Tropfen Rosolsäurelösung (1 : 100) mischt. Bei Gegenwart dieser Salze tritt eine Rosafärbung der Mischung ein. Zum Vergleich führe man die gleiche Reaction mit normaler Milch aus.

Anhaltspunkte für die Beurtheilung der Milch. Obschon bestimmte Grenzwerthe für die Beschaffenheit der Milch sich für die verschiedenen Gegenden und Jahreszeiten nicht mit Sicherheit aufstellen lassen, so dürften doch die im Vorstehenden gemachten Angaben in weitaus der Mehrzahl der Fälle sichere Anhaltspunkte liefern, namentlich wenn es sich um Tagesmilch, d. h. um ein Gemisch der zu den verschiedenen Tageszeiten gemolkenen Milch mehrerer Kühe handelt. Bei dreimaligem Melken enthält gewöhnlich die Morgenmilch am wenigsten, die Abendmilch am meisten Fett.

Durch Wasserzusatz wird das specifische Gewicht der Milch und des Serums erniedrigt, sowie der Gehalt an sämmtlichen Bestandtheilen herabgedrückt. Dagegen bleibt der procentische Fettgehalt der Trockensubstanz (im Minimum 20 Proc.), sowie das specifische Gewicht der Trockensubstanz (im Maximum 1,4 Proc.) normal (vergl. S. 1850).

Durch Entrahmung der Milch wird das specifische Gewicht derselben erhöht, während das des Serums nicht verändert wird. Der Fettgehalt der Trockensubstanz wird durch Entrahmung der Milch erniedrigt, das specifische Gewicht derselben erhöht. Bei gleichzeitigem Wasserzusatz und Entrahmung kann das specifische Gewicht der Milch normal sein, dagegen wird das der Molken erniedrigt. Erhitzt man 150 ccm Milch auf etwa 50° C., fügt 2 ccm Weinsäurelösung vom specif. Gewicht 1,03 (von etwa 7 Proc.) zu, rührt mit einem kleinen Ruthenbesen kräftig um und colirt dann die Molken durch feine Leinwand, so beträgt das specifische Gewicht derselben bei 15° C. 1,027 bis 1,029, jedenfalls bei ungewässerter Milch nicht unter 1,027.

Durch vorstehende Merkmale können jedoch nur verhältnissmässig grobe

Verfälschungen der Milch erkannt werden. Am sichersten lässt sich der Werth der Milch nach dem Fettgehalt derselben bemessen. Bei obwaltenden Zweifeln ist auf die „Stallprobe“ zurückzugreifen, d. h., dass man zu derselben Zeit, zu welcher die verdächtige Milch gemolken sein soll, das Melken besorgen lässt, dann eine Durchschnittsprobe von der ganzen ermolkenen Milch nimmt und diese zum Vergleich einer Untersuchung unterwirft.

Condensirte Milch. Um der Milch eine grössere Haltbarkeit zu verleihen und sie hierdurch transportfähiger zu machen, wird dieselbe mit oder ohne Zusatz von Rohrzucker im Vacuum bis zur Honigconsistenz (auf ein Drittel bis ein Fünftel des ursprünglichen Volums) eingedampft. Die eingedickte Milch wird alsdann in Blechbüchsen gefüllt, welche im Wasserbade auf 100° C. erwärmt und dann luftdicht zugelöthet werden. Die mittlere Zusammensetzung guter condensirter Milch ist:

	ohne Rohrzucker		mit Rohrzucker
	Amerika	Deutschland	
Wasser	48,6	63,8	25,7
Caseïn und Albumin	17,8	10,4	12,3
Fett	15,7	9,8	11,0
Milchzucker	15,4	13,7	16,3
Asche	2,5	2,3	2,3
Rohrzucker	—	—	32,4
Specif. Gew. bei 15° C.	1,136	1,10	1,282

Zur Untersuchung der condensirten Milch löst man 20 bis 25 g einer Durchschnittsprobe zu 100 ccm in Wasser auf und untersucht diese Lösung nach jedesmaligem, tüchtigem Durchschütteln wie gewöhnliche Milch. Für condensirte Milch, die aus ganzer Milch bereitet ist, ist es charakteristisch, dass der Gehalt an Caseïn annähernd gleich dem an Fett ist, oder der Gehalt an Caseïn + Albumin zu dem an Fett annähernd im Verhältniss von 11 : 10 steht; wird dagegen zur Herstellung condensirter Milch mehr oder minder abgerahmte Milch verwendet, so ist naturgemäss jenes Verhältniss ein wesentlich anderes.

Die Bestimmung von Milch- und Rohrzucker in der mit Rohrzucker eingedampften Milch ist nur mit annähernder Genauigkeit ausführbar. Ist nur Milchzucker vorhanden, so dient zur Bestimmung desselben eine Lösung von 10 g condensirter Milch zu 250 ccm, welche, wie S. 923 erörtert ist, von Eiweisskörpern zuvor befreit wird. Der Milchzuckergehalt dieser Lösung, von der 5 ccm = 0,2 g condensirter Milch sind, kann alsdann gewichts- oder maassanalytisch, wie S. 923 und 924 angegeben ist, ermittelt werden. Ist dagegen Milch und Rohrzucker in der condensirten Milch enthalten, so berechnet man die Menge des Milchzuckers, indem man annimmt, dass derselbe 60 Proc. des gefundenen Gehaltes an (Fett + Caseïn + Albumin + Asche) beträgt, und ermittelt dann die Menge des Rohrzuckers aus der Differenz von 100 und der Summe der übrigen Bestandtheile, in Procenten ausgedrückt.

Sterilisirte Milch. Um die Milch keimfrei und hierdurch für längere Zeit haltbar zu machen, lässt man dieselbe, zur Beseitigung von Schmutztheilen, Centrifugalmaschinen passiren, erhitzt sie dann im strömenden Wasserdampf, unter fortwährendem Umrühren, auf 102 bis 103° C., füllt sie hierauf in sterilisirte Flaschen, erhitzt darin die Milch zunächst auf 100° C. und nach dem Schliessen der Flaschen noch zwei Stunden lang auf 102 bis 103° C. In der auf diese Weise sterilisirten Milch ist kein Lactalbumin mehr in Lösung (vergl. gekochte Milch, S. 1850).