

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Ausführliches Lehrbuch der organischen Chemie

in drei Bänden

Kolbe, Hermann

1868

Eiweisskörper und eigenthümliche Thierstoffe

Eiweisskörper und eigenthümliche Thierstoffe.

Es sind hier eine Reihe von Stoffen zu beschreiben, die, früher noch nicht abgehandelt, theils ausschliesslich Producte des Thierlebens sind (Gallenbestandtheile, Harnsäure u. s. w.), theils im Thier- und im Pflanzenkörper vorkommen (Eiweisskörper). Diese Stoffe, meistens sehr leicht veränderlich, sind chemisch nicht hinreichend bekannt, um sie classificiren zu können; wir müssen diese Körper theils nach ihren allgemeinen chemischen Eigenschaften gruppenweise zusammenfassen, theils ihrem Vorkommen in den gleichen Organen nach zusammenstellen.

Eiweisskörper.

Eiweissartige Stoffe, Albuminkörper, Albuminate, Blutbilder, Proteinstoffe. Diese Namen bezeichnen eine Classe von stickstoffhaltenden Substanzen, welche ausgezeichnet sind durch ihr Vorkommen, durch ihre Eigenschaften und den Antheil, den sie an der Bildung der Thier- und Pflanzenkörper und an den Lebensprocessen in diesen nehmen. Die Eiweisskörper finden sich in Thieren und Pflanzen; man hatte sie zuerst aus Thierstoffen abgeschieden, und glaubte, dass sie nur Producte des Thierlebens und ausschliessliche und charakteristische Bestandtheile des Thierkörpers seien. Später erkannte man, dass in den Pflanzen die gleichen Körper enthalten sind, dass sie sich in allen Pflanzen finden und sogar ausschliesslich in diesen aus einfacheren Verbindungen gebildet werden, dass sie erst durch die Pflanzen in den Thierkörper kommen, und hier theilweise unter Modification assimilirt, nie aber wie in dem Pflanzenkörper erzeugt werden.

Die verschiedenen Eiweisskörper bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Schwefel; sie zeigen in Bezug auf empirische Zusammensetzung keine grossen Unterschiede; sie enthalten in 100 Theilen: 51 bis 54 Kohlenstoff, etwa 7 Wasserstoff, 15 bis 17 Stickstoff, 0,9 bis 1,7 Schwefel und etwa 25 Sauerstoff. Nach der früheren

Annahme enthalten einige dieser Albuminate wie Schwefel auch Phosphor in organischer Verbindung. Im lebenden Körper sind die Proteinstoffe mit Mineralsubstanz verbunden, welche ihnen nur schwierig vollständig entzogen werden kann; sie hinterlassen daher beim Verbrennen Asche, oft mehrere Procent, welche hauptsächlich aus Phosphaten und etwas Carbonaten von Alkalien und von Kalk und Magnesia besteht, zum Theil auch Eisenoxyd enthält. Die Bildung der Proteinkörper in der Pflanze ist wesentlich durch die Gegenwart der Mineralstoffe bedingt, und davon abhängig.

Die folgende Tabelle giebt eine Zusammenstellung der Zusammensetzung verschiedener dieser Körper als aschenfrei berechnet.

	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Schwefel.	
Eiweiss aus Eiern	53,4	7,0	15,7	22,4	1,6	
Blutalbumin	53,0	7,1	15,6	23,1	1,2	
Vitellin	52,8	7,3	16,4	22,3	1,2	
Hämoglobin	53,8	7,3	16,1	21,9	0,5	0,4 Eisen.
Pflanzenalbumin	53,4	7,1	15,6	23,0	0,9	
Thierfibrin	52,6	7,0	17,4	21,8	1,2	
Syntonin	54,9	7,3	16,2	20,5	1,1	
Kleber	53,4	7,1	15,6	22,8	1,1	
Gliadin	52,6	7,0	18,0	21,5	0,9	
Mucedin	54,1	6,9	16,6	21,5	0,9	
Casein	53,6	7,1	15,7	22,6	1,0	
Globulin	54,5	6,9	16,5	20,9	1,2	
Legumin aus Erbsen	51,5	7,0	16,8	24,3	0,4	
Legumin aus Bohnen	51,5	7,0	14,7	26,4	0,4	
Glutencasein aus Weizen	51,0	6,7	16,1	25,4	0,8	
Conglutin aus Mandeln	50,5	6,8	18,2	24,1	0,4	
Emulsin	42,9	7,1	11,5	37,3	1,2	

Ueber die chemische Constitution der Albuminkörper lässt sich trotz vielfacher Untersuchungen nicht einmal eine begründete Muthmassung aufstellen. Mulder hatte die Behauptung aufgestellt, dass alle diese Körper beim Auflösen in Kalilauge und Fällen mit Säure den gleichen schwefelfreien Körper geben, dass sie daher Verbindungen dieses gleichen schwefelfreien Radicals mit verschiedenen Mengen Schwefel und zum Theil mit Phosphor seien; er nannte dieses Radical, das er dargestellt zu haben glaubte, Proteïn (von $\pi\rho\tilde{\omega}\tau\omicron\varsigma$, der erste); daher die verschiedenen Verbindungen Proteinstoffe. Es ist nun erwiesen, dass es keinen

Körper von der Zusammensetzung des Mulder'schen Proteins giebt, dass das angebliche Protein Schwefel enthält und auch nach seiner Darstellung je verschiedene Zusammensetzung zeigt (s. S. 407). Der Bedeutung des Wortes nach ist es daher unrichtig noch von Proteinkörpern zu reden; wenn man aber absieht von der eigentlichen Bedeutung, so kann man den Namen für diese Classe von Körpern wohl beibehalten, denn auch die anderen Namen „Albuminkörper“, „Eiweisskörper“ können zu Missverständnissen Veranlassung geben, da sie im engeren Sinne nur einzelne zu dieser Gruppe gehörende Körper bezeichnen.

Die Proteinkörper haben jedenfalls eine sehr complicirte Zusammensetzung, sie enthalten wahrscheinlich viele Radicale mit einander verbunden, von welchen Radicalen einige allen oder mehreren Eiweisskörpern gemeinschaftlich sind, während andere Radicale den einzelnen Arten eigenthümlich sind. Darauf deutet dies Verhalten der verschiedenen Albuminkörper hin, welche vielfach in Eigenschaften und Umsetzungen dieselben Erscheinungen neben bestimmten Verschiedenheiten zeigen. Man ist in neuerer Zeit geneigt, in den Proteinkörpern Kohlenhydrate in Verbindung mit stickstoff- und schwefelhaltenden Körpern anzunehmen.

Die Proteinstoffe haben nach ihrem Schwefelgehalt jedenfalls ein sehr hohes Atomgewicht; da sie häufig in der Zusammensetzung etwas veränderlich sind, und überdies nicht leicht constante Verbindungen eingehen, so lässt sich das Atomgewicht nicht feststellen, und daher auch keine bestimmte Formel berechnen; die bis jetzt aufgestellten Formeln können daher nichts angeben, als die Relation der einzelnen Eiweisskörper unter einander bezüglich der Zusammensetzung.

Die verschiedenen Eiweisskörper kommen in zwei Modificationen vor, in löslicher und in unlöslicher Form. In löslicher Modification finden sich die Eiweisskörper hauptsächlich in den Säften des Thier- und Pflanzenkörpers und gehören hier zu den wichtigsten Bestandtheilen der Nahrungssäfte. Die unlösliche Modification findet sich theils ohne bestimmte Form, theils organisirt im lebenden Körper, und nimmt wesentlichen Antheil an der Bildung der Gewebe. Einige Albuminkörper können ausserhalb des lebenden Körpers unter gewissen Umständen Krystallform annehmen; sie finden sich aber im lebenden Körper selbst nicht krystallisirt.

Die „löslichen Albuminkörper“ sind in Wasser löslich; die wässerigen Lösungen hinterlassen beim Verdampfen unter 50° amorphe, meistens durchscheinende hornartige dem arabischen Gummi äusserlich ähnliche Massen, welche geruch- und geschmacklos, in kaltem Wasser löslich, in Alkohol und Aether aber unlöslich sind; sie lösen sich in sehr verdünnten Säuren und Alkalien ohne Veränderung; durch Einwirkung von starkem Alkohol und Aether, sowie durch Einwirkung starker Säuren und Alkalien gehen sie leicht in die unlösliche Modification über.

Die wässerige Lösung der Albuminkörper ist im reinen Zustande neutral; sie polarisirt links; sie wird durch Alkohol, durch Mineralsäuren,

durch Chlorwasser und Gerbsäure, sowie durch viele Metallsalze gefällt, namentlich durch die Lösungen von Kupfer, Blei, Quecksilber und Silber; die Niederschläge enthalten aber häufig die Albuminkörper schon in unlöslicher Modification. Wegen der Unlöslichkeit der Verbindungen von Metallsalzen mit Eiweisskörpern hat man die letzteren wohl als Antidot bei Vergiftungen mit Metallsalzen angewendet.

Die unlöslichen Modificationen der Proteinstoffe sind farb- und geruchlose, amorphe, flockige, zuweilen organisirte Massen, unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether; sie lösen sich in starker Essigsäure und in dreibasischer Phosphorsäure; die sauren Lösungen werden durch Ferrocyan- und Ferridcyanalium gefällt. Diese Körper quellen in sehr stark verdünnten Mineralsäuren, 1 Thl. Säure auf etwa 2000 Thln. Wasser, gallertartig auf, oder lösen sich darin; durch concentrirte Säuren werden sie aus der Lösung abgeschieden.

Die Eiweissstoffe sind indifferent, im reinen Zustande vollkommen neutral, sie bilden weder mit Säuren noch mit Basen constante Verbindungen. Sie werden aus der sauren Lösung durch Platincyanür¹⁾ und auch durch Platinchlorid²⁾ gefällt; es ist aber noch nicht festgestellt, ob diese Niederschläge durchaus constante Zusammensetzung zeigen.

Verdünnte Alkalien lösen die Eiweisskörper; auf Zusatz von Säuren werden sie mehr oder weniger verändert abgeschieden. In zugeschmolzenen Röhren mit Wasser auf 150° erhitzt gehen sie in lösliche, noch nicht näher untersuchte Producte über.

Im Uebrigen zeigen die löslichen und die unlöslichen Modificationen der Eiweisskörper im Wesentlichen gleiches Verhalten und geben die gleichen Zersetzungsproducte.

Die Proteinkörper schmelzen beim Erhitzen erst bei höherer Temperatur und unter Zersetzung; sie blähen sich auf und schwärzen sich unter Verbreitung eines unangenehmen Geruchs. Bei der trocknen Destillation bilden sich neben Wasser reichliche Mengen empyreumatischen Oels (Dippel's Oel, *Oleum animale*), Ammoniak, flüchtige Basen und Schwefelverbindungen enthaltend.

Die Blutbilder zersetzen leicht das Wasserstoffhyperoxyd unter Entwicklung von Sauerstoffgas, und sind, wenn feucht, im hohen Grade fäulnissfähig und tragen die Zersetzung auch leicht auf andere weniger fäulnissfähige Körper über, sie wirken daher wie Fermente. Bei der Fäulniss der Eiweisskörper entstehen hauptsächlich Ammoniak und flüchtige organische Basen, wie Methylamin u. a. verbunden zum Theil mit flüchtigen Fettsäuren, und Schwefelammonium, oder ähnlichen Sulfureten, daneben Leucin (Käseoxyd) und homologe Körper, Leucinimid, Tyrosin neben einem krystallisirbaren Körper vom Geruch der Faeces, und amorphe nicht genauer bekannte Körper.

¹⁾ Schwarzenbach: *Annal. d. Chem. u. Pharm.* Bd. 133, S. 185; Bd. 144, S. 62. Diakonow: *Chem. Centralbl.* 1867, S. 852. — ²⁾ Commaille: *Chem. Centralbl.* 1867, S. 585.

Bei Einwirkung von Magensaft bei einer Temperatur von 30° bis 40° erleiden die Eiweisskörper eine Umsetzung, wobei die unlöslichen Modificationen zugleich in den löslichen Zustand übergehen; es bilden sich die Peptone; diese Körper finden sich als Umwandlungsproducte der Eiweissstoffe durch die Verdauung im Magensaft und im Dünndarmsaft, nicht mehr im Chylus; die Peptone sind leicht in Wasser löslich, sie werden durch Alkohol gefällt, aber weder durch Kochen coagulirt, noch durch Säuren, durch Alkalien oder Ferrocyankalium niedergeschlagen; sie gehen mit Leichtigkeit durch thierische Membranen, polarisiren stark links.

Wie durch Magensaft werden die Eiweisskörper auch durch Pankreassaft gelöst und in Pepton verwandelt¹⁾.

Bei fortgesetztem Kochen der Blutbilder mit Wasser bei Zutritt von Luft findet eine mehr oder weniger vollständige Lösung statt; die Producte sind amorphe, langsam in Wasser sich lösende Körper; nach Mulder sollte sich hier durch Oxydation Trioxyprotein bilden.

Beim Erhitzen der Blutbilder mit Manganhyperoxyd und Schwefelsäure erleiden sie eine weitergehende Zersetzung; es bilden sich eine Reihe flüchtiger und nicht flüchtiger Producte; nur die hierbei mit den Wasserdämpfen sich verflüchtigenden Producte sind näher untersucht; es sind die flüchtigen Fettsäuren, Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure, Valeriansäure und Capronsäure, dann Benzoessäure und die ihr nahestehende vielleicht homologe Collinsäure (s. S. 452), und die Aldehyde der flüchtigen Säuren: Acetylaldehyd, Propional, Butyral, Benzoylwasserstoff u. a. Im Rückstand sind an den Säuren gebunden Ammoniak und flüchtige Basen (Guckelberger²⁾).

Beim Kochen mit chromsaurem Kali und Schwefelsäure bilden sich neben den genannten Producten einige Nitrile: Cyanwasserstoff und Valeronitril.

Uebermangansaures Kali in wässriger Lösung giebt mit Eiweisskörpern gekocht Benzoessäure und überhaupt Benzoylverbindungen, Aldehyde und flüchtige Fettsäuren neben einem syrupartigen Gemenge; der Schwefel wird hierbei vollständig zu Schwefelsäure oxydirt (Städeler³⁾); unter Umständen soll auch Harnstoff entstehen (Béchamp⁴⁾).

Salpetersäure färbt die Albuminkörper gelb; beim Digeriren mit mässig verdünnter Salpetersäure bildet sich eine Lösung, welche Oxalsäure und Zuckersäure enthält, während ein gelber Rückstand bleibt; dieser enthält Xanthoproteinsäure, $C_{72}H_{54}N_8O_{24} + NO_3$ nach Mulder, wahrscheinlich eine Nitrosäure; sie enthält aber noch etwa 1 Proc. Schwefel, ob sie im reinen Zustande schwefelfrei ist, bleibt zu

¹⁾ Kühne: Chem. Centralbl. 1867, S. 411. — ²⁾ Guckelberger: Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 64, S. 39. — ³⁾ Städeler: Chem. Centralbl. 1858, S. 90. Subbotin; Ebendas. 1865, S. 593. — ⁴⁾ Ebendas. 1857, S. 127.

entscheiden. Es ist ein gelber, in reinem Wasser, Alkohol und Aether nicht löslicher Körper; die wässerigen Alkalien auch Ammoniak, Kalk- und Barytwasser lösen ihn mit rothbrauner Farbe, die Metallsalze fallen diese Lösung.

Eine salpetrige Säure enthaltende Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd (1 Thl. Quecksilber, 1 Thl. Salpetersäurehydrat und $4\frac{1}{2}$ Thle. Wasser gelöst; Reagens von Millon) färbt die Eiweisskörper besonders beim Erhitzen roth. Jod färbt sie intensiv gelb.

Die wässerigen neutralen oder schwach alkalischen Lösungen der Blutbilder werden durch Einleiten von Chlorgas flockig gefällt; der Niederschlag enthält je nach Dauer der Einwirkung 6,6 bis gegen 14 Proc. Chlor; die Albuminkörper nehmen hierbei zugleich Sauerstoff aus dem Wasser auf. Mulder nahm an, dass die Proteinstoffe bei Einwirkung von Chlor chlorigsures Protein bilden, eine Annahme, welche seinen Analysen selbst nicht entspricht. Werden die gechlorten Albuminkörper mit wässrigem Ammoniak behandelt, so wird Chlor entzogen und dafür Sauerstoff aufgenommen; es bilden sich sogenannte Oxyproteine. Wenn die Lösung der Eiweisskörper in concentrirter Salpetersäure mit hinreichend starker Salzsäure versetzt erhitzt wird, so tritt aller Stickstoff und aller Schwefel der Albuminate aus; die Producte enthalten nur noch den Kohlenstoff und Wasserstoff des Eiweiss. Beim Kochen mit den Säuren destilliren flüchtige ölartige Producte über, während nicht flüchtige Körper zurückbleiben. Unter den flüchtigen Producten, welche mit den Wasserdämpfen übergehen, findet sich ein schweres Oel von sehr starkem Geruch, welches sich wenig in Wasser, leicht in Alkohol löst; mit Wasser gekocht unzersetzt destillirt, für sich erhitzt aber heftig verpufft; dieses Oel enthält Chlorazole, besonders die zwei Verbindungen $C_4H_2Cl_3(NO_4)$ und $C_4H_2Cl_2(NO_4)_2$; diese Producte reihen sich dem Chlorpikrin ($Cl_2Cl_3NO_4$) und dem Trinitroform $C_2H(NO_4)_3$ an, und haben ähnliche Eigenschaften. Unter den durch Königswasser gebildeten nicht flüchtigen Stoffen finden sich Oxalsäure, Fumarsäure und verschiedene Chlor enthaltende Nitrokörper, welche bei weiterer Behandlung mit Königswasser flüchtige Chlorazole, und flüchtige Fettsäuren Valeriansäure u. a., geben. Unter den nicht flüchtigen Producten findet sich eine der Bichlorsalicylsäure, $C_{14}H_4Cl_2O_6$, und eine der Bichlornitrocarbolsäure, $C_{12}H_3Cl_2NO_6$, isomere Säure.

Concentrirte Salzsäure oder mässig verdünnte Schwefelsäure lösen die Eiweissstoffe beim Erwärmen unter Zersetzung; beim Kochen an der Luft färbt sich die Lösung erst blau, dann violett, zuletzt braun. Beim Kochen mit mässig verdünnter Salzsäure (1 Vol. Säure, 5 Vol. Wasser) bildet sich ein leimartiger Körper.

In concentrirter Schwefelsäure quellen die Eiweisskörper gallertartig auf, bei Zusatz von Wasser schlägt sich ein weisser Schwefelsäure enthaltender Körper nieder. Bei Gegenwart von Zuckerlösung färben sie sich mit concentrirter Schwefelsäure purpurviolett und zeigen eine ähn-

liche Reaction wie Gallensäuren; die Flüssigkeit zeigt im Spectralapparat aber nur einen Absorptionsstreifen (nicht mehrere wie bei der Gallensäure) und zeigt nicht den Dichroismus der Gallensäurenreaction¹⁾. Beim Kochen der Proteinstoffe mit verdünnter Schwefelsäure bilden sich Ammoniak, humusartige Körper, Leucin und Homologe, Leucinimid, Glycocoll (?), Tyrosin, flüchtige Fettsäuren neben Benzoesäure oder vielleicht Bernsteinsäure.

Verdünnte Kalilauge löst Eiweisskörper schon in der Kälte; Säure scheiden sie aus dieser Lösung unverändert ab; es wird hierbei kein Schwefelkalium gebildet. Wird die alkalische Lösung auf 50° bis 60° erwärmt, so bildet sich sogleich Schwefelkalium, was sich auf Zusatz von wenig Bleisalz durch die Abscheidung von schwarzem Schwefelblei erkennen lässt; war die Lösung einige Zeit erhitzt, so fällt auf Zusatz von Säuren ein unlöslicher Körper nieder, das Protein von Mulder, welches aber noch Schwefel enthält, und zwar nahe ebenso viel wie der angewendete Eiweisskörper, wie nachfolgende Analysen ergeben:

	Protein aus:		
	Albumin	Fibrin	Casein
Kohlenstoff	54,0	53,1	54,6
Wasserstoff	7,1	6,9	7,1
Stickstoff	15,6	14,1	15,8
Schwefel	1,5	0,7	0,7
Sauerstoff	21,8	25,2	21,8

Es muss der Theil der Eiweisskörper, welchem der Schwefel als Schwefelkalium entzogen ward, unter Zersetzung ganz in Lösung übergegangen sein, während der nicht von der Kalilauge aufgenommene Schwefel sich mit dem unzersetzten Theil der organischen Verbindung wieder unlöslich abschied. Es scheint demnach, dass nicht aller Schwefel eines Albuminkörpers in gleicher Weise gebunden ist, denn der eine Theil lässt sich als Schwefelkalium entziehen, der andere nicht; hierin zeigen die verschiedenen Albuminkörper sich verschieden, denn während aus Albumin reichlich Schwefelkalium erhalten wird, giebt Fibrin relativ weniger, und Casein noch weniger Schwefelkalium.

Beim fortgesetzten Kochen mit concentrirter Kalilauge werden die Albuminkörper unter Entwicklung von Ammoniak zersetzt, Säuren bringen dann keinen Niederschlag mehr hervor, die Lösung enthält Leucin und einige nicht näher untersuchte Körper, von denen Mulder einen aus der siedenden alkoholischen Lösung beim Erkalten sich abscheidenden Körper als Erythroprotid, $C_{13}H_8NO_5$, bezeichnet, und einen auch in kaltem Alkohol löslichen Körper als Protid, $C_{13}H_9NO_4$; wahrscheinlich sind diese Körper unreine Gemenge.

¹⁾ Zeitschrift für anal. Chem. 1868, S. 514.

Beim Schmelzen von Kalihydrat mit Proteinstoffen entwickeln sich reichlich Ammoniak, flüchtige Basen und Wasserstoffgas und ein flüchtiger farbloser und krystallisirbarer, nach Faeces riechender Körper; im Rückstand finden sich flüchtige Säuren, Valeriansäure, Buttersäure, Essigsäure u. s. w., sowie auch Leucin und Tyrosin.

Nach dem Kochen der Eiweisskörper mit Kalilösung bildet sich auf Zusatz von etwas Kupfersalz eine violett gefärbte Lösung.

Wenn man die einzelnen Albuminkörper allen ihren Eigenschaften nach unterscheiden will, so giebt es eine ganze Reihe solcher Körper; es ist aber oft schwierig zu entscheiden, wie weit kleine Abweichungen in der Zusammensetzung und in einzelnen Eigenschaften auf Rechnung von Beimengungen oder auf andere Umstände kommen, oder wie weit sie constante Unterscheidungen bilden. Dagegen können wir gewissen Haupt-eigenthümlichkeiten nach die ganze Classe der Eiweisskörper in drei Gruppen bringen, die bestimmte Unterschiede geben.

1) Albumin oder Eiweiss im engern Sinne. Die lösliche Modification ist dadurch charakterisirt, dass sie bei 60° bis 70° in den unlöslichen Zustand übergeht, sie „gerinnt“ oder „coagulirt“.

2) Fibrin oder Faserstoff geht, nachdem es dem Einfluss des lebenden Organismus entzogen und nicht mehr mit den lebenden Gefässwänden in Berührung, schon bei gewöhnlicher Temperatur sogleich oder nach kurzer Zeit in den unlöslichen oder geronnenen Zustand über.

3) Casein oder Käsestoff gerinnt, wenn es gelöst ist, nicht oder unvollständig beim Erhitzen, leicht und vollständig durch Einwirkung von Fermenten, besonders von Lab; beim Erhitzen der Lösung an der Luft geht lösliches Casein an der Oberfläche der Flüssigkeit in verändertes unlösliches Casein über, es bildet eine Haut (wie z. B. die Milch).

Man darf nun nicht annehmen, dass es nur ein einziges Albumin, ein einziges Fibrin oder Casein gebe, sondern es giebt z. B. verschiedene Arten von Albumin, die in der Zusammensetzung in einzelnen Eigenschaften sich verschieden zeigen, ebenso beim Fibrin und Casein; jeder der Namen bezeichnet uns daher eine Gruppe sich nahestehender gleichartiger Körper, die sich ähnlich, aber nicht identisch sind. Wir finden die Glieder der einzelnen Gruppen sowohl im Thier- wie im Pflanzenreich; man kann daher auch Thieralbumin und Pflanzenalbumin, Thierfibrin und Pflanzenfibrin, Thiercasein und Pflanzencasein unterscheiden.

Die Eiweisskörper sind in physiologischer Beziehung von grosser Wichtigkeit; sie treten meistens als Hauptbestandtheil in den verschiedenen Säften und Geweben des Thierkörpers auf; sie finden sich aber auch allgemein in der Pflanze und in jedem einzelnen Organe derselben; in grösserer Menge häufig in den Samen. Sie machen einen wesentlichen Bestandtheil der Nahrungsmittel des Thieres aus, denn nur solche Nahrungsstoffe, welche Eiweisskörper enthalten, können zur Bildung von Blut, Fleisch und Geweben verwendet werden; sie tragen wesentlich auch bei zur Abscheidung der Kohlensäure aus dem Thierkörper. Der thierische

Körper vermag nicht die Albuminkörper aus einfacheren Körpern zu bilden, während die Pflanze diese Körper nicht in ihrer Nahrung fertig gebildet findet, sondern sie in ihrem Organismus aus Ammoniaksalzen, Kohlensäure und Wasser unter Einfluss gewisser Mineralsubstanzen, namentlich von Phosphaten der Alkalien und Erdalkalien, vielleicht auch von Eisen erzeugt. Die Pflanzen sind also die Erzeuger der Albuminkörper, und das Thierreich ist in dieser Beziehung von dem Pflanzenreich abhängig.

Thieralbumin und verwandte Stoffe.

Albumin.

Albumin, Eiweiss. Albumin findet sich allgemein in thierischen Flüssigkeiten, besonders in dem Weissen der Vogeleier (etwa 12 Proc.), in den Eiern der Fische, im Blutserum (etwa 7 Proc.), im Chylus, der Lymphe, in der Fleischflüssigkeit, dem Gehirn, in der Amniosflüssigkeit, in Milch, in den festen Thierexcrementen u. s. w., zuweilen im Harn, in Cystenflüssigkeiten und in anderen Bestandtheilen des Thierkörpers; kurz es findet sich im Thierkörper sehr verbreitet. Es kommt hier zunächst in löslicher Form vor, ob auch in der unlöslichen Modification, lässt sich nicht nachweisen, da wir unlösliches Albumin von anderen unlöslichen Proteinstoffen nicht sicher unterscheiden können.

Dies Albumin verschiedenen Ursprungs hat im Wesentlichen die gleichen Eigenschaften; es zeigen sich jedoch auch in einigen Eigenschaften, selbst in der Zusammensetzung Verschiedenheiten, so dass man verschiedene Arten des Albumins unterscheiden muss.

Eieralbumin, Eier-Eiweiss. Reines Albumin, aus dem Eiweiss der hühnerartigen Vögel dargestellt, hat nach Lieberkühn die Zusammensetzung $C_{144}H_{122}N_{18}S_2O_{44}$, nach Theile $C_{148}H_{124}N_{17}S_2O_{46}$. Es ist im trocknen Zustande eine gelbliche, durchsichtige, zu weissem Pulver zerreibliche Masse, geruchlos und geschmacklos; es quillt im Wasser zuerst auf und löst sich dann, selbst wenn es trocken zuerst auf 100° erhitzt war; die Lösung ist eine nicht fadenziehende Flüssigkeit. Das reine Albumin reagirt in Lösung schwach sauer (daher „Albuminsäure“ von Graham genannt), das gewöhnliche Albumin reagirt schwach alkalisch; die Lösung zeigt die specifische Drehung $-35,5^\circ$ für die Fraunhofer'sche Linie *D*. Es ist unlöslich in Alkohol und Aether; aus der wässerigen Lösung wird es durch eine nicht zu grosse Menge von verdünntem Alkohol unverändert abgeschieden.

Zur Darstellung von Albumin aus Hühnereiweiss wird dieses mit Wasser verdünnt und damit zerrieben, um die häutigen Theile abzuschneiden filtrirt, und dann unter 50° zur Trockne verdampft. Das so dargestellte Albumin ist, wenn es nicht in einer Atmosphäre von Kohlen-

säure oder Leuchtgas filtrirt und eingedampft wurde, etwas gefärbt; es enthält ferner noch Fett, Alkali, Chlornatrium und Phosphate. Durch Behandeln mit Alkohol und Aether wird das Fett entzogen; um das Eiweiss frei von Aschenbestandtheilen zu erhalten, kann man es nach dem Ansäuern mit Essigsäure der Dialyse unterwerfen, wobei reines Albumin zurückbleibt (Graham); oder das gelöste Eiweiss wird nach dem Filtriren mit Bleiessig gefällt unter Vermeidung eines Ueberschusses, worauf der Niederschlag eine kurze Zeit ausgewaschen und in Wasser vertheilt durch Kohlensäure zersetzt wird; das Filtrat wird dann nach Einleitung von etwas Schwefelwasserstoff vorsichtig auf 60° erwärmt, damit eine kleine Menge Eiweiss, indem es coagulirt, das Schwefelblei aufnimmt, worauf das farblose Filtrat in flachen Schalen bei 40° eingedampft wird.

Um reines Eialbumin zu erhalten, wird das verdünnte Hühner-eiweiss zuerst mit Kohlensäuregas behandelt, oder mit wenig Essigsäurehydrat versetzt, die von dem Niederschlage abfiltrirte Flüssigkeit giebt dann nach dem oben angegebenen Verfahren behandelt reines Albumin ¹⁾.

Die wässerige Lösung von Eiweiss wird durch Schlagen oder Rühren, sowie beim Durchleiten von Gas, auch von sauerstofffreiem, in Fasern verwandelt, die sich zu Membranen vereinigen, welche als künstliches Zellgewebe bezeichnet sind, jedoch ein anderes Verhalten zeigen als eigentliches Zellgewebe ²⁾.

Das lufttrockne Albumin verliert bei 100° bis 130° noch etwa 12 Proc. Wasser, ohne seine Löslichkeit im Wasser zu verlieren; bei 165° fängt es an sich zu zersetzen unter Bildung von Wasser, flüchtigen Basen, Schwefelammonium, Brenzöl u. s. w.

Charakteristisch ist das Verhalten der wässerigen Albuminlösung beim Erhitzen; die nicht zu verdünnte Lösung wird bei 60° trübe, bei 75° scheidet sich coagulirtes Eiweiss als flockige Masse ab, oder die ganze Masse gerinnt; bei stark verdünnter Lösung findet das Coaguliren erst bei höherer Temperatur oder gar nicht mehr statt; wird das Alkali des Albumins zuerst durch etwas Essigsäure neutralisirt, so scheidet sich das Eiweiss vollständig ab; ein Zusatz von freiem Alkali oder auch ein Ueberschuss von Essigsäure verhindern das Gerinnen.

Wässerige Albuminlösung wird nicht durch Kohlensäure, wohl aber durch verdünnte Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, durch Chlorwasser sowie durch Pyro- oder Metaphosphorsäure gefällt; die Fällung erfolgt besonders leicht durch etwas Salpetersäure, daher diese bei Prüfung auf gelöstes Eiweiss verwendet wird. Gewöhnliche dreibasische Phosphorsäure sowie organische Säuren fällen Eiweiss nur bei Zusatz von Chlornatrium, von Glaubersalz, schwefelsaurer Magnesia oder anderen Alkalisalzen; der so erhaltene Niederschlag ist in kaltem Wasser oder in

¹⁾ Hoppe-Seyler: Chem. Centralbl. 1865, S. 786. — ²⁾ Melsens: Journ. für prakt. Chem. Bd. 54, S. 383. Liebig u. Kopp, Jahresber. 1857, S. 531. Harting: Schmidt's Jahrb. f. d. ges. Medicin Bd. 75, S. 148.

Essigsäure löslich. In concentrirter Lösung wird Albumin durch einen grossen Ueberschuss von Essigsäure gallertartig, beim Erwärmen erfolgt Lösung. Gerbsäure sowie Kreosot und Anilin fällen Eiweisslösung.

Verdünnte Alkalien fällen Albuminlösung nicht; eine verdünnte Lösung von reinem oder kohlenurem Alkali verhindert das Gerinnen des Albumins beim Erhitzen; auf Zusatz von verdünnten Säuren, auch von organischen scheidet sich dann aber unlösliches Eiweiss ab. Wenn die alkalische Lösung von Albumin mit Chlornatrium, mit Glaubersalz oder einem andern Alkalisalz versetzt wird, so scheidet sich ein Coagulum ab, welches sich in reinem kalten Wasser löst.

Ueberschüssiges kaustisches Alkali scheidet aus wässriger Lösung unlösliches Albumin ab. Dasselbe Verhalten zeigt überschüssiger starker Alkohol; verdünnter Alkohol fällt die wässrige Albuminlösung, der Niederschlag ist aber in Wasser löslich.

An der Luft fault Eiweiss rasch unter Entwicklung von Schwefelammonium und Bildung von Schimmel und Infusorien. Reiner Sauerstoff wirkt nicht merkbar auf Albumin ein; Ozon verwandelt es in eine dem Fibrin ähnliche Modification, später bilden sich den Peptonen ähnliche Substanzen, welche beim Kochen nicht mehr gerinnen.

Durch Einwirkung von Sauerstoff auf gelöstes Albumin (aus Eiern wie aus Blutserum) bei gelinder Wärme bildet sich eine fibrinartige Substanz (Smee)¹⁾.

Wird Wasserstoffgas in eine schwach alkalische Lösung von Eiweiss geleitet, so bildet sich eine hornartige dem Chondrin ähnliche Masse.

Coagulirtes Eiweiss. Pexin von Commaille²⁾. Es bildet sich beim Erhitzen von gelöstem neutralen oder schwach mit Essigsäure angesäuertem Albumin. Die Bildung erfolgt in saurer Lösung beim Erhitzen unter Entwicklung von etwas Schwefelwasserstoff oder in alkalischer Lösung unter Bildung von Metallsulfuret. Das Coagulum wird durch Ausziehen mit Alkohol und Aether von Beimengungen gereinigt.

Das reine coagulirte Albumin ist weiss, undurchsichtig, elastisch, nach dem Trocknen gelblich hornartig, spröde und brüchig; es röthet Lackmus und quillt in Wasser auf, ohne sich zu lösen, in Alkohol und Aether ist es unlöslich; beim längern Kochen mit Wasser löst es sich unter Zersetzung, nach Mulder bildet sich hier ein lösliches Oxyd, Trioxypotein; wenn es in einem zugeschmolzenen Glasrohr mit Wasser auf 150° erhitzt wird, bildet sich eine durch Hitze nicht mehr coagulirbare Substanz. Coagulirtes Eiweiss löst sich in wässrigen Alkalien; Säuren, selbst Kohlensäure und organische Säuren fällen wieder unlösliches Albumin; es quillt in Salzlösungen nicht auf, durch Einwirkung von Magensaft bei etwa 40°, sowie durch Behandlung mit rauchender Salzsäure bildet es linksdrehende Peptone.

Coagulirtes Eiweiss fault an freier Luft unter den gewöhnlichen

¹⁾ Jahresber. 1863, S. 617; 1864, S. 614. — ²⁾ Chem. Centralbl. 1867, S. 586.

Erscheinungen, unter Bildung von flüchtigen Fettsäuren, flüchtigen Basen und einer krystallinischen, stark riechenden Substanz¹⁾; in Berührung mit staubfreier Luft löst es sich allmähig ohne Bildung von Schimmel oder Infusorien zu einer gelben Flüssigkeit, welche Ammoniak, Buttersäure, Valeriansäure und Schwefelsäure, aber kein Schwefelwasserstoff enthält²⁾.

Lösliches Albumin verhält sich wie eine schwache Säure; es bildet mit Basen die Albuminate; die Verbindungen mit den Alkalien sind in Wasser löslich, die Verbindungen mit anderen Basen unlöslich. Im Vogeleiweiss wie im Blutserum ist eine Verbindung von Albumin mit Natron enthalten; beim Coaguliren durch Erhitzen ohne Zusatz von Säure scheidet sich alkaliärmeres Albumin ab, während ein alkalireicheres Albuminat in Lösung bleibt. — Viele Metallsalze fällen die Albuminlösung; die Niederschläge sind Verbindungen von Albumin mit der Base oder mit basischem Salz, oder Gemenge eines Säure-Albuminats und eines Basen-Albuminats; diese Niederschläge sind nicht unlöslich in überschüssigem Metallsalz oder Albumin; daher ist die Wirksamkeit des Albumins bei Vergiftungen mit Metallsalzen durchaus nicht unbedingt.

Neutrales essigsäures Blei fällt Albuminlösung nicht; Bleiessig giebt einen reichlichen, im überschüssigen Bleiessig löslichen Niederschlag; Eiweiss wird nicht durch Eisenchlorid gefällt, und verhindert sogar die Fällung des Metalloxyds durch Alkalien; Quecksilberchlorid fällt Eiweiss vollständig, der ausgewaschene Niederschlag enthält kein Chlor. Auch salpetersaures Quecksilberoxydul und Silberoxyd fällen Eiweiss, Cyanquecksilber nicht. Ferrocyankalium giebt einen weissen, Ferridcyankalium einen gelblichen Niederschlag.

Albumin-Kali, $2\text{KO} \cdot \text{C}_{144}\text{H}_{112}\text{N}_{18}\text{S}_2\text{O}_{44}$. Die beim Mischen der concentrirten Lösungen von Eiweiss und Kali entstehende Gallerte wird durch Waschen mit Wasser von überschüssigem Kali befreit, dann in kochendem Alkohol gelöst und durch Aether aus dieser Lösung abgeschieden. Das Kali-Albuminat ist feucht in Wasser und Alkohol löslich, und wird weder durch Kochen noch durch Alkohol coagulirt. Nach dem Trocknen ist es in Wasser und Alkohol unlöslich.

Die wässrige Lösung des Kali-Albuminats wird durch die übrigen Metallsalze gefällt; die Niederschläge, meistens $\text{MO} \cdot \text{C}_{144}\text{H}_{112}\text{N}_{18}\text{S}_2\text{O}_{44}$, sind in Wasser und Alkohol unlöslich.

Albumin-Platincyanür, $\text{HPtCy}_2 \cdot \text{C}_{144}\text{H}_{112}\text{N}_{18}\text{S}_2\text{O}_{44}$, wird durch Fällen einer schwach sauren Lösung von Albumin mit Platincyanür erhalten; es ist eine kleisterartige, nach dem Trocknen durchsichtige Masse³⁾.

Bei Einwirkung von schmelzendem Kalihydrat⁴⁾ giebt Albumin, ausser Ammoniak, Leucin und Tyrosin, oxalsäuren, buttersäuren und

1) Bopp: Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 69, S. 30. — 2) Gunning: Zeitschrift für Chemie 1868, S. 371. — 3) Schwarzenbach: Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 133, S. 185. — 4) Theile: Chem. Centralbl. 1867, S. 305.

valeriansauren Salzen und einigen anderen Substanzen einen in 90grädigem Alkohol löslichen amorphen Körper $C_8H_9NO_7$, und einen in 90grädigem wie in absolutem Alkohol unlöslichen, dem Glycocoll homologen Körper $C_8H_9NO_4$.

Paralbumin ¹⁾ ist bis jetzt nur in Ovarialcysten, aber nicht selten gefunden. Es unterscheidet sich von gewöhnlichem Albumin durch die zähe fadenziehende Beschaffenheit der Lösung; sein spezifisches Drehungsvermögen ist in schwach alkalischer Lösung — 60° ; es wird durch Essigsäure und selbst durch Kohlensäure aus verdünnten Lösungen gefällt; es wird auch durch Alkohol gefällt, der Niederschlag löst sich beim Digeriren in Wasser von 35° vollständig; durch schwefelsaure Magnesia wird es nicht gefällt.

Ein ähnlicher Körper ist das Metalbumin ²⁾, dessen zähe dicke Lösung, mit Wasser verdünnt, durch Alkohol gefällt wird, der Niederschlag löst sich in warmem Wasser, die Flüssigkeit wird beim Sieden trübe, doch entsteht auch bei Zusatz von Essigsäure kein Coagulum.

Nicht alles im Eiweiss der Eier verschiedener Vögel enthaltene Albumin ist identisch; es scheint, dass jedoch im Eiweiss der hühnerartigen Vögel die gleiche Art von Albumin enthalten ist. Im Eiweiss der Schwimmvögel und Waldvögel ist ein nach dem Verdünnen mit Wasser durch Erhitzen nicht coagulirendes, durch Salpetersäure fällbares Eiweiss enthalten, während das Eiweiss der Raubvögel und einiger anderer Familien beim Kochen und auch durch Salpetersäure nicht coagulirt ³⁾.

Vitellin, Albumin des Eigelbs (der Hühner). Es ist im Eidotter in gelöster Form enthalten, gemengt mit Farbstoff und Fett; durch Schütteln von Eigelb mit Wasser wird es mit den Beimengungen erhalten und lässt sich von ihnen nicht trennen, ohne es in die unlösliche Modification überzuführen. Es löst sich in verdünnter Chlornatriumlösung (1 Thl. Chlornatrium auf 10 bis 12 Thle. Wasser) und wird durch Verdünnen mit Wasser gefällt; in Lösung coagulirt es bei 70° ; es wird durch Alkohol und Mineralsäuren gefällt, nicht durch neutrales Blei- oder Kupfersalz.

Wird gekochtes Eigelb bei 100° getrocknet und gepulvert, mit Alkohol und Aether ausgezogen, so bleibt coagulirtes Vitellin, welches ganz die Eigenschaften von coagulirtem Albumin zeigt.

Vitellin ist vielleicht ein Gemenge von Albumin mit Casein; schüttelt man Eigelb mit Wasser und Aether, so zeigt die wässrige Lösung ganz das Verhalten von Albumin, das Coagulum das des Caseins (Lehmann) ⁴⁾. Nach neueren Angaben verhält Vitellin sich ganz ähnlich wie Myosin (s. S. 422).

¹⁾ Scherer: *Annal. d. Chem. u. Pharm.* Bd. 82, S. 135. Hoppe-Seyler: *Chem. Centralbl.* 1865, S. 788. — ²⁾ Scherer a. a. O. — ³⁾ Valenciennes u. Fremy: *Annal. de chim. et phys.* [3] Bd. 50, S. 138. — ⁴⁾ Vergl. Diakonow: *Chem. Centralbl.* 1867, S. 852.

Blutalbumin, Serumalbumin, Serosin, Serin. Es findet sich neben anderm Albumin im Blutserum der Wirbelthiere, in der Lymphe und Chylus, in geringer Menge in der Milch, reichlicher im Colostrum, in manchen pathologischen Producten z. B. im Harn bei Nierenkrankheiten. Es enthält etwas weniger Schwefel als Eialbumin; in Lösung ist das spezifische Drehungsvermögen — 56° ; in neutraler Lösung coagulirt es bei 72° , in saurer oder salzhaltender Lösung bei niedrigerer Temperatur; es wird durch verdünnte Schwefelsäure und durch schwefelsaure Magnesia in der Kälte nicht gefällt; Alkohol scheidet es aus der wässerigen Lösung ab; der Niederschlag wird erst bei längerer Berührung mit Alkohol in Wasser unlöslich.

Das reine Blutalbumin wird aus Blutserum oder Hydroceleflüssigkeit erhalten, indem man die Lösung mit dem 20fachen Wasser verdünnt, mit Kohlensäure behandelt und die nach dem Filtriren bei 40° concentrirte Lösung durch Dialyse oder durch Fällung mit Bleiessig, wie beim Albumin beschrieben, von den beigemengten Salzen trennt.

Concentrirte Salzsäure fällt Serin, ein Ueberschuss löst es; durch Zusatz von Wasser wird dann ein Niederschlag erhalten, der alle Eigenschaften des salzsauren Syntonins zeigt, während peptonartige Körper in Lösung bleiben ¹⁾.

Auch die Thiermilch, besonders das Colostrum, enthält Albumin, welches beim Erhitzen des Filtrats nach der Abscheidung des Caseïns mit etwas Essigsäure gerinnt (Lactalbumin); und einen beim Erhitzen nicht gerinnenden Eiweisskörper das Lactoprotein (s. S. 429).

Albumin findet wegen seiner Gerinnung Anwendung zum Klären von Flüssigkeiten, namentlich wird es deshalb in der Zuckerraffinerie zur Darstellung vollkommen klarer Lösungen verwendet. Es dient ferner in der Kattundruckerei zum Befestigen unlöslicher Farben, wie Ultramarin u. dergl. auf der Faser; man wendet hier theils Eialbumin aus Vogeleiern, theils Blutalbumin an, ersteres namentlich für hellere, letzteres für dunklere Farben. Man erhält das getrocknete Albumin, indem man das Eiweiss oder das Blutwasser in flachen Schüsseln im warmen Luftstrom bei etwa 30° bis 40° abdampft. Das Albumin wird mit Dextrin, Stärkmehl und ähnlichen Substanzen verfälscht.

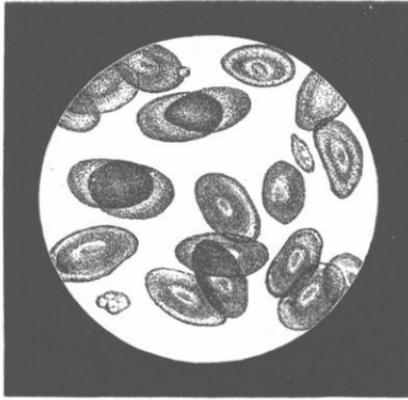
Hämoglobin.

Hämatoglobulin. In dem Blut der Wirbelthiere finden sich als wesentliche Bestandtheile kleine rothgefärbte Körperchen, die Blutkugeln, welche bei verschiedenen Thieren unter dem Mikroskope verschiedene Form und Grösse zeigen. Die Blutkugeln des Menschen sind rundlich von etwa $\frac{1}{133}$ Millimeter Durchmesser, die des Frosches (Fig. 1) sind oval; sie bilden biconvexe dünne Scheiben, nach dem grössern Durch-

¹⁾ Hoppe-Seyler: Chem. Centralbl. 1865, S. 785.

messer etwa $\frac{1}{45}$ Millimeter lang; sie enthalten in einer dünnen Membran eine rothgefärbte Flüssigkeit eingeschlossen. Die Blutkugeln

Fig. 1.



halten sich im Blutserum längere Zeit unverändert; im Wasser quellen sie durch Eindringen von Flüssigkeit auf und zerplatzen.

Wird Blut mit gesättigter Glaubersalzlösung gemischt und nach dem Absetzen filtrirt, so bleiben die Blutkugeln auf dem Filter zurück. Diese bestehen bei Menschen und vielen Säugethieren hauptsächlich aus Hämoglobin, während bei Vögeln und manchen Säugethieren noch wesentliche Mengen von Eiweissstoffen beigemischt sind.

Das Hämoglobin ist der Farbstoff des Blutes vieler Thiere, wahrscheinlich aller Wirbelthiere; es enthält 54,2 Thle. Kohlenstoff, 7,2 Thle. Wasserstoff, 16,0 Thle. Stickstoff, 0,6 Thle. Schwefel, 21,6 Thle. Sauerstoff und 0,4 Thle. Eisen. Dieser Farbstoff kann aus dem Blut vieler Thiere krystallisirt erhalten werden, sobald die beigemischten Eiweisskörper abgeschieden sind. Zur Darstellung des krystallisirten Hämoglobins wird 1 Vol. durch Schlagen defibrinirtes Blut mit 1 Vol. kaltem Wasser und $\frac{1}{2}$ Vol. Alkohol gemischt bei 0° hingestellt, nach 24 Stunden haben sich die Krystalle abgesetzt. Sie bilden bald Tetraëder, bald Prismen, vier- oder sechsseitige oder rhombische Tafeln. In gewissen Richtungen zeigen sie sich bläulichroth, in anderen scharlachroth; sie enthalten Krystallwasser, welches im Vacuum zum Theil entweicht; sie lösen sich in nahe 50 Thln. kaltem Wasser mit blutrother Farbe, etwas leichter bei Gegenwart von Eiweiss oder von kohlensaurem Natron. Die verdünnte wässerige Lösung zeigt im Spectroskop zwei breite Absorptionsstreifen zwischen den Linien *D* und *E* des Sonnenspectrums (im gelben und grünen Theil), und zwar zeigt sich der eine Streifen näher bei *D*, der andere näher bei *E* (um 4 und um 19 Thle. von *D* entfernt, wenn man den Raum zwischen *D* und *E* in 26 Thle. theilt); diese Absorptionsstreifen sind noch sichtbar in einer kaum noch gefärbten Lösung von 1 Thl. Hämoglobin in 10000 Thln. Wasser bei einer Dicke der Schichte von 10 Millimetern.

Die wässrige Lösung von Hämoglobin wird durch Alkohol, durch Salpetersäure und Kohlensäure gefällt, nicht durch Schwefelsäure oder Salzsäure; Ammoniak und Essigsäure lösen das Hämoglobin, concentrirte Kalilauge nicht.

Wird Hämoglobin in Wasser von etwa 30° gelöst, und die Lösung mit $\frac{1}{4}$ Vol. Alkohol versetzt auf 0° oder besser auf -10° bis -20° erkältet, so krystallisirt es unverändert; werden die Krystalle nach dem Abpressen der Mutterlauge bei 0° über Schwefelsäure getrocknet, so bilden sie ein hellziegelrothes Pulver, welches kurze Zeit bei 100° getrocknet 3 bis 4 Proc. Wasser, ohne sich zu zersetzen, verliert. Im feuchten Zustande bei gewöhnlicher Temperatur zersetzt es sich leicht, schon beim Trocknen über Schwefelsäure, und ebenso in concentrirter Lösung, weniger rasch in verdünnter Lösung und bei 0°, besonders wenn die Lösung schwach alkalisch ist und etwas Eiweiss enthält.

Die Zersetzung von Hämoglobin erfolgt im feuchten Zustande über 100°, oder in wässriger Lösung bei gewöhnlicher Temperatur; sie erfolgt rasch bei Abschluss von Luft und bei Gegenwart von Kohlensäure, langsamer selbst bei Gegenwart von Ozon. Die zersetzte Masse ist schmutzigbraun und enthält einen in Wasser mit dunkelbrauner Farbe leicht löslichen Körper, dessen Gegenwart die Krystallisation des unzersetzten Hämoglobins hindert; bei der Lösung des zersetzten Farbstoffs in Wasser bleibt ein unlöslicher, in Kochsalzlösung aufquellender, dem Fibrin ähnlicher Körper.

Die dunkelbraune wässrige Lösung des zersetzten Hämoglobins ist schwach sauer; sie enthält etwas Ameisensäure, Buttersäure und auch nicht flüchtige Säure; sie wird weder durch kohlen-saures Kali noch durch Essigsäure gefällt, durch Erhitzen aber coagulirt; sie enthält Methämoglobin, eine Verbindung von einem dem Serumalbumin ähnlichen Eiweisskörper mit einem von Hämatin verschiedenen Farbstoff, der in Wasser und verdünnten Säuren löslich ist (Hoppe).

Durch Einwirkung von Alkalien und von Säuren, auch von Essigsäure und Weinsäure wird Hämoglobin leicht in Globulin und den Farbstoff des Bluts, Hämatin (der Rechnung nach nahe 5 Proc. desselben betragend), gespalten.

Hämatin, $C_{96}H_{51}Fe_3N_6O_{18}$, als Blutroth oder Blutfarbstoff bezeichnet, ist der eisenhaltende Bestandtheil der Blutkörperchen; er findet sich als Zersetzungsproduct des Hämoglobins wohl in alten Blutextravasaten.

Zur Darstellung von reinem Hämatin wird krystallisirtes Hämoglobin mit etwas Kochsalz und einem grossen Ueberschuss von Eisessig zersetzt; es bilden sich Krystalle von Chlorwasserstoff-Hämatin (Hämin), diese werden in Ammoniak gelöst, nach dem Eindampfen mit Wasser ausgewaschen und der Rückstand getrocknet.

Um direct aus Blut Hämatin darzustellen, wird frisches defibrinirtes Blut nach Zusatz von Kochsalzlösung (1 Thl. concentrirter Lösung mit

etwa 10 Thln. Wasser verdünnt) filtrirt; die auf dem Filter bleibenden Blutkörperchen werden getrocknet und mit Eisessig behandelt, bis alle Flocken gelöst sind; nach dem Verdünnen mit Wasser scheiden sich Häminkrystalle ab. Um sie zu reinigen, werden sie in Alkohol gelöst, der über kohlen saurem Kali gestanden hat; das nach Zusatz von Essig ausgefällte Hämatin wird unter Erwärmen in Eisessig nach Zusatz von etwas Kochsalz gelöst, worauf beim Erkalten die Chlorwasserstoffverbindung krystallisirt, welche, wie angegeben, durch Ammoniak zersetzt wird.

Hämatin ist ein blauschwarzer, metallisch glänzender amorpher Körper, der zerrieben ein braunes Pulver giebt; es ist geschmacklos, unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether; es löst sich leicht in wässrigem und weingeistigem Alkali, auch in Ammoniak; die alkalischen Lösungen sind in dünneren Schichten olivengrün, in dickeren Schichten roth.

Chlor zerstört Hämatin; concentrirte Schwefelsäure löst es; wird die Lösung in Wasser gebracht, so scheidet sich ein Zersetzungsproduct vom Ansehen des unveränderten Hämatins ab; dieser Körper ist aber eine eisenfreie Sulfosäure, welche leicht löslich in Alkalien, aber fast ganz unlöslich in verdünnten Säuren ist.

Hämatin verbindet sich mit Mineralsäuren; mit Salzsäure bildet es salzsaures Hämatin, $C_{96}H_{51}Fe_3N_6O_{18}.HCl$, welche Verbindung man als Hämin bezeichnet, und wie oben angegeben, aus den Blutkörperchen oder dem Hämoglobin direct krystallisirt erhält; durch Verbindung von reinem Hämatin mit Salzsäure wird die Verbindung amorph erhalten.

Das krystallisirte Hämin bildet blauschwarze rhombische Blättchen, die im durchfallenden Licht schmutziggelblich sind; sie sind in Wasser, Weingeist und Aether unlöslich; in Essigsäure etwas löslich; sie lösen sich in Salzsäure, leichter noch in wässrigen Alkalien. Durch Schwefelsäure werden sie zersetzt unter Abscheidung von Salzsäure.

Das Hämoglobin nimmt verschiedene gasförmige Körper in eigenthümlicher Weise auf. So enthält das Hämoglobin des Bluts Sauerstoffgas in loser Verbindung; 100 Grm. Hämoglobin nehmen gegen 0,180 Grm. Sauerstoff auf; es ist hier chemisch gebunden, denn es giebt mit Stickoxyd nicht untersalpêtre Säure und entweicht im Vacuum unvollständig. Doch ist es nur in loser Verbindung, denn es wird schon durch Einleiten von Kohlensäure ausgeschieden, wobei wahrscheinlich gleichzeitig Oxydationsproducte sich bilden. Durch Schütteln mit Schwefelammonium wird dem sauerstoffhaltenden Hämoglobin oder Oxyhämoglobin der Sauerstoff entzogen; im Spectroskop zeigt sich dann etwa in der Mitte zwischen *D* und *E* ein Absorptionsstreifen. Nach dem Schütteln mit Sauerstoff zeigt sich wieder die optische Reaction des Oxyhämoglobins. — Beim Einleiten von Kohlenoxydgas nimmt das Hämoglobin unter Abgabe von Sauerstoff dieses Gas auf; 100 Grm. Hämoglobin etwa 0,012 bis 0,015 Grm.; dieses Kohlenoxyd-Hämoglobin wird auf Zusatz von Weingeist in Krystallen abgeschieden, die etwas mehr bläulich sind als das sauerstoffhaltende Oxyhämoglobin; beim Erhitzen oder im Vacuum

entweicht das Kohlenoxydgas. Das Kohlenoxyd haltende Blut zeigt fast genau die gleichen Absorptionsstreifen wie sauerstoffhaltendes Blut, auf Zusatz von Schwefelammonium verschwinden sie bei letzteren nach einigen Minuten, bei ersteren noch nicht in einigen Tagen.

Das kohlenoxydhaltende Hämoglobin nimmt beim Einleiten von Stickoxydgas dieses auf, während Kohlenoxydgas entweicht.

Cyanwasserstoffsäure verbindet sich mit Hämoglobin, ohne es zu zerstören und ohne den damit verbundenen Sauerstoff abzuscheiden; die Lösung ist gelblich und coagulirt beim Erwärmen. Auch Cyankalium verbindet sich mit Hämoglobin, wobei der Sauerstoff des Oxyhämoglobins nicht abgeschieden wird, sondern noch in eine festere Verbindung übergeht. Die Lösung coagulirt nicht beim Erhitzen. Aehnlich wie Cyankalium verhält sich Cyanquecksilber. Blausäure und die Cyanmetalle wirken wahrscheinlich gerade dadurch so rasch tödtlich, dass sie den im Blut vorhandenen Sauerstoff binden und dem Hämoglobin die Fähigkeit nehmen Sauerstoff wieder aufzunehmen. Auf optischem Wege unterscheidet sich Cyanwasserstoff-Hämoglobin von dem sauerstoffhaltenden Körper nicht, oder wenigstens nicht deutlich. Ein eigenthümliches Verhalten zeigen die Blutkörperchen bei Gegenwart von Blausäure gegen Wasserhydroxyd; reine Blutkörperchen zersetzen Wasserstoffhydroxyd unter lebhafter Entwicklung von Sauerstoffgas; bei Gegenwart selbst von Spuren Blausäure färben sich die Blutkörperchen auf Zusatz von Wasserstoffhydroxyd braun ohne es zu zersetzen; man kann daher durch Wasserstoffsuperoxyd selbst Spuren von Blausäure im Blut leicht nachweisen ¹⁾.

Die Fähigkeit des Hämoglobins zu krystallisiren und sein chemisches und optisches Verhalten, die Bildung von krystallisirtem Hämin, sind Eigenschaften, welche es leicht erkennen lassen, und da es sich leicht abscheiden lässt, dient es zur Erkennung von geringen Mengen Blut. Ob übrigens das Hämoglobin aus verschiedenem Blut chemisch durchaus identisch ist, kann wenigstens nicht bestimmt behauptet werden ²⁾.

Globulin.

Globin, Krystallin, Blutcasein. Der in der Krystalllinse des Auges vorkommende Albuminkörper, das Krystallin, welcher mit dem durch Spaltung von Hämoglobin (s. S. 416) erhaltenen Globulin als identisch angenommen wird. Es wird aus der Krystalllinse des Auges durch Eindampfen unter 50° dargestellt, sowie durch Spaltung von Hämoglobin mittelst Alkalien oder Säuren.

¹⁾ Schönbein: Buchn. N. Repert. Bd. 16, S. 605. — ²⁾ Hoppe-Seyler: Chem. Centralbl. 1862, S. 170; 1864, S. 582; 1865, S. 771, 776 u. 779; 1867, S. 689. Chem. Zeitschr. 1868, S. 243. Jahresber. 1864, S. 653; 1865, S. 664, 665 u. 668; 1866, S. 741. Gwosdew: Chem. Centralbl. 1866, S. 1027.

Das Globulin zeigt viele Aehnlichkeit mit Eiweiss; es gerinnt aber erst bei 93°; mit Essigsäure versetzt gerinnt die Lösung bei 53°; diese Lösung gerinnt auch schon auf Zusatz von Ammoniak.

Wahrscheinlich ist Globulin ein Gemenge verschiedener Eiweisskörper.

Fibrin und verwandte Stoffe.

Blutfibrin.

Im Blut des lebenden Thierkörpers ist Fibrin im löslichen Zustande (s. unten Plasmin u. s. w.); sobald das Blut aus dem Thierkörper genommen ist, und ebenso bald nach Eintritt der Todtenstarre bildet sich unlösliches Fibrin; lässt man das Blut, sowie es aus der Ader kommt, kurze Zeit stehen, so erfolgt die Abscheidung des unlöslich gewordenen Fibrins meistens schon nach wenigen Minuten, das Blut „gerinnt“; es scheidet sich das unlösliche Fibrin gemengt mit den Blutkörperchen als dunkelrothe, elastische, gallertartige Masse als Blutkuchen ab; dieser trennt sich von der gelblichen Flüssigkeit, dem Blutserum.

Das Gerinnen des Fibrins wird durch neutrale Salze (Chlornatrium, Glaubersalz) verlangsamt, durch grössere Mengen selbst verhindert; mit concentrirter Salzsäure versetztes Blut gerinnt meistens bald nach dem Verdünnen mit Wasser, besonders mit Brunnenwasser, oder bei Gegenwart faulender Stoffe.

Das unlösliche Blutfibrin, Blutfaserstoff, wird aus dem Blutkuchen des geronnenen Bluts durch Auswaschen und Auskneten des zerschnittenen und in Leinwand eingebundenen Kuchens unter Wasser erhalten, indem hier die löslichen Theile ausgezogen und die Blutkugeln fortgeschwemmt werden, wobei dann Fibrin faserig zurückbleibt.

Besser ist es, das frisch gelassene noch nicht geronnene Blut mit einem Stab zu schlagen oder stark zu rühren; das Fibrin scheidet sich dann in weissen Fäden ab, die sich leicht an den Stab hängen und durch wiederholtes Abwaschen mit Wasser von den adhären den Blutkörperchen gereinigt werden. Nach dem Trocknen wird das Fibrin mit Alkohol und Aether behandelt, um Fett und andere fremde Substanzen ausziehen.

Das frisch dargestellte, noch feuchte Fibrin bildet weisse oder gelbliche weiche elastische, geruch- und geschmacklose Fasern, welche in Wasser, Alkohol oder Aether ganz unlöslich sind; beim Trocknen verlieren die Fasern etwa 80 Proc. Wasser und bilden dann eine gelbliche hornartige, durchscheinende Masse, die in Wasser aufquillt, ohne aber die frühere elastische Beschaffenheit anzunehmen. Es löst sich in Essigsäure und in verdünnten Alkalien. In stark verdünnter Salzsäure (1 Thl. Säure auf 1000 Thle. Wasser) quillt es zu einer durchscheinenden Masse auf,

ohne sich zu lösen; auf Zusatz von stärkerer Säure schrumpft die Masse ein, quillt aber in reinem Wasser wieder auf. In einer verdünnten Lösung von Alkalisalzen, besonders von Salpeter (auf 3 Thle. feuchtes Fibrin 1 Thl. Salpeter), löst sich Fibrin bei 30° bis 40° meistens in einigen Tagen auf, schneller bei Zusatz von etwas kaustischem Kali; die zuerst gelatinöse Masse wird später flüssig und verhält sich dann wie eine Albuminlösung, indem sie beim Erhitzen gerinnt und durch Säure gefällt wird. Manches Fibrin zeigt nicht die Löslichkeit in Salpeter; namentlich Fibrin aus arteriellem oder krankhaftem Blut, besonders aus Ochsenblut löst sich häufig nicht, während Fibrin aus normalem venösen Blut sich leicht löst.

Beim Kochen mit Wasser wird Fibrin unter Entwicklung von etwas Ammoniak zersetzt und theilweise gelöst; die Lösung enthält leim- und eiweissartige Substanzen. In einer zugeschmolzenen Röhre mit Wasser auf 150° erhitzt löst Fibrin sich grösstentheils; die schleimige Lösung wird durch Säuren gefällt; der durch Essigsäure hervorgebrachte Niederschlag wird durch einen Ueberschuss der Säure wieder gelöst. Lässt man Fibrin mit Wasser übergossen in einer verschlossenen Flasche bei mässiger Wärme einige Zeit stehen, so zersetzt es sich und geht in Lösung; die Masse riecht dann nach faulem Käse und enthält flüchtige Fettsäuren und Ammoniaksalze; die Flüssigkeit gerinnt beim Erhitzen und das Coagulum zeigt die Zusammensetzung des geronnenen Blutalbumins.

Feuchtes Fibrin nimmt leicht Sauerstoff aus der Luft auf und bildet Kohlensäure; an der Luft fault es leicht, die gewöhnlichen Producte bildend. Zu Wasserstoffhyperoxyd gebracht bewirkt es lebhaftere Entwicklung von Sauerstoff.

Das getrocknete oder mit absolutem Alkohol behandelte Fibrin zeigt sich verschieden; es oxydirt sich nicht an der Luft und zersetzt Wasserstoffhyperoxyd nicht; es verhält sich überhaupt mehr wie coagulirtes Albumin, von dem es sich in der Zusammensetzung durch einen geringeren Gehalt an Kohlenstoff und grösseren Gehalt an Stickstoff unterscheidet.

Plasmin.

Fibrinogene und fibrinoplastische Substanz. Nach Denis¹⁾ enthält das Blut lösliches Fibrin oder Plasmin; wird frisches Menschenblut mit $\frac{1}{7}$ seines Volums, Ochsen- oder Kalbsblut mit dem zweifachen Volum gesättigter Glaubersalzlösung versetzt und die über dem Blutkörperchen stehende Flüssigkeit abfiltrirt, so scheidet sich aus dem Filtrat nach Zusatz von gepulvertem Kochsalz Plasmin in weissen Flocken ab; es ist in reinem Wasser löslich, durch Trocknen bei 100°, sowie durch Einwirkung von wässrigen Säuren und Alkalien wird es unlöslich; aus verdün-

¹⁾ Denis: Jahresber. 1861, S. 795.

ter Lösung scheidet es sich bei Abschluss wie bei Zutritt von Luft bei gewöhnlicher Temperatur rasch als gallertartige Masse ab.

Nach Schmidt und Hoppe ¹⁾ enthält das circulirende Blut nicht Fibrin oder Plasmin, sondern zwei gelöste Eiweisskörper, fibrinogene und fibrinoplastische Substanz, welche, wenn sie in neutraler Lösung nicht mehr mit den lebenden Gefässwänden in Berührung und daher dem Lebenseinfluss entzogen sind, sich unter gewissen Umständen zu unlöslichem Fibrin vereinigen. Das Blutserum wie die Blutkugeln enthalten hauptsächlich fibrinoplastische und wenig fibrinogene Substanz; Transsudate, Chylus und Lymphe, enthalten vorwaltend die letztere Substanz.

Wird fibrinfreies Blutserum mit Transsudaten, mit Lymphe oder Chylus, zusammengebracht, so erfolgt bald das Gerinnen durch Abscheidung des unlöslichen Fibrins. Aus 20fach verdünntem Blutserum kann durch Kohlensäure oder wenig Essigsäure die fibrinoplastische Substanz, und aus Hydroceleflüssigkeit in gleicher Weise fibrinogene Substanz gefällt werden; wird die eine dieser Substanzen, in ganz verdünnter Chlornatriumlösung gelöst, mit der andern Substanz gemischt und die Flüssigkeit in mässige Wärme gebracht, so erfolgt bald Gerinnung durch Abscheidung von Fibrin.

Musculin.

Syntonin, Muskelfibrin ²⁾. Dieser Körper, nach Boedecker $C_{144}H_{112}N_8SO_{22}$, bildet sich bei der Verdauung im Magen, wie auch bei der künstlichen Verdauung mit Magensaft als erstes Product der Umwandlung eiweissartiger Körper (Parapeptone von Meissner), welches dann weiter in Peptone übergeht; es entsteht auch aus Albuminkörpern bei kurz dauernder Einwirkung starker Salzsäure, sowie durch Umwandlung von in verdünnter Salzsäure gelöstem Myosin. Musculin bildet den Hauptbestandtheil des unlöslichen Theils der Muskelfasern. Diese bestehen aus zu Bündeln vereinigten, äusserst feinen Fäserchen, zwischen welche sich Nerven, Bindegewebe, Blutgefässe und andere Capillare verzweigen; sie reagiren sogleich nach erfolgter Todesstarre sauer, nicht im lebenden Zustande; durch Auswaschen mit kaltem Wasser lösen sich daraus Kreatin, Kreatinin, Xanthin, Sarkin, Inosit, Fleischmilchsäure, eiweissartige Körper, sogenannte Extractivstoffe und verschiedene Salze, während die Muskelfaser und andere unlösliche Theile zurückbleiben. Es ist nicht wahrscheinlich, dass alle einzelnen Fäserchen chemisch identisch sind, doch fehlt hier ein bestimmter Nachweis.

Zur Darstellung von Syntonin wird fein zerschnittenes fettfreies

¹⁾ Alex. Schmidt: Reichert's u. Dubois Reymond's Arch. 1861, S. 545; 1862, S. 428. Hoppe-Seyler: Chem. Centralbl. 1865, S. 789. — ²⁾ Hoppe: Zeitschr. für analyt. Chem. Bd. 3, S. 428. Chem. Centralbl. 1865, S. 788.

Muskelfleisch mit kaltem Wasser ausgewaschen, der Rückstand mit sehr verdünnter Salzsäure (1 Thl. Säure auf 1000 Thle. Wasser) übergossen, und die Lösung nach dem Filtriren mit kohlensaurem Natron genau neutralisirt; die Flüssigkeit erstarrt dann zu einer opalisirenden Gallerte, aus welcher sich das Syntonin beim Stehen allmähig in weissen Flocken absetzt; durch Abwaschen mit Wasser, danach mit Alkohol und Aether wird es gereinigt.

Aus Fibrin oder coagulirtem Eiweiss wird es dargestellt durch Lösen in rauchender Salzsäure und Fällen des Filtrats mit Wasser; der Niederschlag wird nach dem Abpressen in Wasser gelöst und durch vorsichtigen Zusatz von kohlensaurem Natron gefällt.

Syntonin bildet frisch gefällt eine weisse gallertartige flockige Masse; es ist unlöslich in Wasser, und auch in verdünnter und concentrirter Chlornatriumlösung; es löst sich in verdünnter Salzsäure und in sehr verdünnten Alkalien, auch in Kalkwasser; mit starker Essigsäure giebt es eine in Wasser nicht vollständig lösliche Gallerte; die Lösung in Salzsäure zeigt für gelbes Licht ein Drehungsvermögen — 72° ; beim Erhitzen nimmt das Rotationsvermögen zu.

Die alkalische Lösung wird durch Salpetersäure und Chromsäure, sowie durch Zusatz neutraler Alkalisalze gefällt, beim Kochen auch durch Chlorcalcium und schwefelsaure Magnesia; die Auflösung in Kalkwasser gerinnt beim Kochen für sich.

Myosin.

Ein Hauptbestandtheil des durch Todtenstarre geronnenen Muskelbündelinhalts. Man stellt es aus zerkleinerten Muskeln durch vollständiges Auswaschen mit kaltem Wasser dar, und Behandeln des abgepressten unlöslichen Rückstandes mit einer Mischung von 2 Vol. Wasser und 1 Vol. gesättigter Kochsalzlösung; die nach längerem Stehen erhaltene Flüssigkeit wird durch Leinwand filtrirt und langsam in Wasser gegossen oder durch Zusatz von gepulvertem Chlornatrium ausgefällt.

Myosin ist unlöslich in Wasser und in concentrirter Kochsalzlösung; in verdünnter Chlornatriumlösung löst es sich zu einer schleimigen Flüssigkeit; es löst sich auch in verdünnten Alkalien und in verdünnter Salzsäure, in diesen Lösungen wandelt es sich beim Stehen in Syntonin um; die saure Lösung gerinnt beim Erhitzen um so leichter, je saurer sie ist¹⁾.

Inosinsäure, $C_{20}H_{14}N_4O_{22}$.

Ein in geringer Menge vorhandener Bestandtheil der Fleischflüssigkeit. Die in Wasser lösliche Säure findet sich in der Mutterlauge der

1) W. Kühne: Untersuchungen über das Protoplasma, Leipzig 1864. Hoppe: Chem. Centralbl. 1865, S. 789.

Fleischflüssigkeit von der Darstellung des Kreatins; auf Zusatz von Alkohol scheiden sich das Kali- und Barytsalz dieser Säure ab; durch Zusatz von Chlorbarium erhält man das reine Barytsalz, und daraus durch Schwefelsäure die reine Inosinsäure. Die Säure wird als syrupartige Masse erhalten, welche auf Zusatz von Alkohol sich in eine feste, harte, nicht krystallinische Masse verwandelt; sie schmeckt fleischbrühartig, reagirt stark sauer und löst sich in Wasser, aber nicht in Alkohol oder Aether; die Säure zersetzt sich durch stärkeres Erhitzen, wie auch durch längeres Sieden der wässerigen Lösung.

Die inosinsauren Alkalien sind in Wasser löslich und krystallisirbar, sie reagieren neutral. Das Barytsalz, $2 \text{BaO} \cdot \text{C}_{20}\text{H}_{12}\text{N}_4\text{O}_{20} + 14 \text{H}_2\text{O}$, krystallisirt in vierseitigen perlmutterglänzenden Blättchen, die in Wasser schwer löslich, in Alkohol unlöslich sind.

Blut, Fleisch, Fleischextract.

Als Anhang geben wir die mittlere Zusammensetzung von Blut und von Fleisch. 100 Thle. venöses Menschenblut enthalten in 100 etwa 20 Trockensubstanz und 80 Wasser, oder 40 bis 50 Thle. Blutkörperchen auf 60 bis 50 Thle. Plasma. Nach Schmidt enthielt das Blut eines 30jährigen Mannes 21,1 Trockensubstanz und 78,8 Wasser; das einer 30jährigen Frau 17,5 Trockensubstanz und 82,5 Wasser.

100 Thle. Blut eines Mannes (I.), und einer Frau (II.) enthielten:

	I.	II.
Hämatin	0,74	0,70
Globulin	15,22	11,31
Anorganische Salze	0,37	0,35
Fibrin	0,39	0,19
Albumin und Extractivstoff	3,99	4,48
Anorganische Salze	0,41	0,50
Wasser	78,88	82,47

Die Asche enthält:

	I.	II.
Chlorkalium	0,20	0,16
Schwefelsaures Kali	0,02	0,02
Phosphorsaures Kali	0,12	0,08
Phosphorsaures Natron	0,05	0,03
Chlornatrium	0,27	0,34
Natron	0,09	0,18
Phosphorsaure Erdalkalien	0,03	0,04

100 The. Rinderblut enthalten:

Blut- kuchen	Serum	{ Albumin	6,20
		{ Fett	0,01
		{ Extractivstoff	2,14
		{ Asche	0,65
		{ Fibrin	0,75
		{ Hämatin	2,52
		{ Fett und Asche	0,01
		{ Wasser	87,72

100 The. Pferdeblut enthalten:

{ Plasma	6,1
{ Wasser	61,2
{ Blutkörperchen	14,2
{ Wasser	18,5

Das Blut enthält Gas gelöst, Sauerstoffgas, Stickstoff und Kohlensäure; diese Gase lassen sich durch Verminderung des Luftdrucks oder Durchleiten eines anderen Gases z. B. von Wasserstoffgas austreiben; beim Hinzubringen von Weinsteinkrystallen wird dann noch die gebundene Kohlensäure ausgetrieben; der Gehalt des Blutes an Gas zeigt bedeutende Verschiedenheiten; 100 C.C. Blut enthalten nahe 50 C.C. Gase, darunter etwa 30 C.C. Kohlensäure, das übrige Sauerstoff und Stickstoff, deren relative Menge ausserordentlich schwankt; das arterielle Blut enthält mehr Sauerstoff; das Blut erstickter Thiere enthält nur noch Spuren Sauerstoff.

100 The. Asche des Blutes von Ochsen (I.), Schaf (II.), Kalb (III.), Schwein (IV.), Hund (V.), Mensch (VI.), Huhn (VII.) enthalten:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Chlornatrium	53,7	57,1	50,2	49,5	50,9	61,9	39,7
Natron	13,0	13,3	10,4	5,3	2,0	2,0	8,9
Kali	5,6	5,3	11,7	18,5	19,1	12,7	18,4
Kalk	0,8	1,0	1,8	1,9	0,7	1,7	1,1
Magnesia	0,5	0,3	1,1	0,9	4,4	1,0	0,2
Eisenoxyd	9,0	8,7	8,1	9,5	8,6	8,0	3,9
Phosphorsäure	5,0	5,2	8,3	12,7	11,7	9,3	26,6
Schwefelsäure	1,2	1,6	1,3	1,3	1,1	1,7	1,2

100 The. Fleisch enthalten:

	Ochs.	Kalb.	Reh.	Schwein.	Taube.	Wilde Ente.	Forelle.	Frosch.
Wasser	77,5	78,2	78,3	78,3	76,0	71,7	80,5	80,4
Albumin	2,0	2,6	2,3	2,4	4,5	2,7	4,4	1,8
Glutin	1,3	1,6	2,8	0,8	1,5	1,2	2,2	2,5
Weingeistextract	1,5	1,4	2,8	1,7	1,0	4,1	1,6	3,5
Muskelfaser, Gefässe u. a. m.	17,5	16,2	18,0	16,8	17,0	17,6	11,1	11,7

100 Thle. der Fleischasche enthalten:

	Pferd.	Ochs.	Kalb.	Schwein.	Stockfisch.
Chlornatrium	1,4	4,8	10,6	1,0	15,1
Kali	39,4	35,9	34,4	37,8	3,7
Natron	4,8	—	2,3	4,0	4,2
Kalk	1,8	1,7	2,0	7,5	40,2
Magnesia	3,9	3,3	1,4	4,8	3,2
Eisenoxyd	1,0	1,0	0,3	0,3	0,5
Phosphorsäure	46,7	34,3	48,1	44,5	16,8
Schwefelsäure	0,3	3,4	0,8	—	1,6

Das Muskelfleisch enthält in 100 etwa 22 bis 25 Thle. Trockensubstanz und 78 bis 75 Wasser. Durch Behandeln mit kaltem Wasser wird dem Fleisch Albumin, Blutfarbstoff, lösliche Extractivstoffe, darin Kreatin, Kreatinin, Sarkin, Inosinsäure, Milchsäure und andere nicht näher untersuchte Substanzen entzogen, ferner lösliche Salze, darin besonders Kaliphosphat u. a. m., während Fleischfaser, unlösliche Albuminate und leimgebendes Gewebe mit Salzen, besonders Erdalkaliphosphaten zurückbleiben. Kaltes Wasser entzieht 100 Thln. frischem Ochsenfleisch nahe 6 Thle. Trockensubstanz, wovon etwa die Hälfte Albumin, welches beim Kochen gerinnt. 100 Thle. Hühnerfleisch geben an kaltes Wasser etwa 8 Thle. lösliche Trockensubstanz ab, wovon 4,7 beim Kochen gerinnen, also noch 3,3 gelöst bleiben.

Um dem Muskelfleisch möglichst viel lösliche Substanz zu entziehen, zur Bereitung von Fleischbrühe, wird es fein geschnitten, mit kaltem Wasser ausgezogen am besten unter Zusatz von etwas Salzsäure (etwa 8 Tropfen auf 1 Pfund Fleisch¹⁾); die so bereitete Brühe ist durch den Blutfarbstoff roth gefärbt, und enthält reichlich phosphorsaure Salze, auch Kalk- und Magnesiumsalz.

Beim Kochen von Muskelfleisch mit Wasser wird durch das Gerinnen des Eiweisses seine Lösung verhindert; durch Einwirkung des kochenden Wassers löst sich dagegen ein Theil des leimgebenden Gewebes als Leim; die gewöhnliche Fleischbrühe enthält daher ausser den oben genannten Substanzen etwas Leim und durch die Hitze geschmolzenes Fett.

Die Wirksamkeit solcher Fleischbrühe als Nahrungsmittel beruht auf dem Gehalt an Extractivstoffen und an blutbildenden Salzen²⁾; der darin enthaltene Leim hat keinen Nahrungswerth. Uebrigens ist es selbstverständlich, dass die Fleischbrühe, die ja nur sehr wenig nicht gerinnbare Eiweisskörper enthält, allein das Fleisch nicht ersetzen kann; nur zusammen mit dem gekochten Fleisch, oder nach Zusatz von Pflanzenalbuminaten hat sie den ganzen Nahrungswerth des Muskelfleisches, weil ihr sonst die für die Ernährung unentbehrlichen Albuminkörper fehlen.

Das durch Eindampfen der Fleischbrühe erhaltene Extract, Fleischextract, *Extractum carnis*, enthält die nicht flüchtigen Bestandtheile

¹⁾ Liebig: Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 91, S. 244. — ²⁾ Liebig: Württemb. Gewerbeblatt 1868. S. 302; Dingler's polyt. Journ. Bd. 19, S. 259; Oekonom. Fortschritte 2ter Jahrgang Nro. 47 u. 48. S. 374.

der Fleischbrühe, besonders die oben genannten Extractivstoffe, welche unstreitig der Fleischnahrung ihre eigenthümliche Wirkung verleihen. Reines Fleischextract frei von Leim und Fett wird durch Ausziehen des reinen fein gehackten Muskelfleisches mit kaltem Wasser, Abgiessen der Brühe nach kurzem mässigem Erwärmen und Eindampfen der von Fett geschiedenen Flüssigkeit im Vacuum bis zur Honigconsistenz erhalten. Das so dargestellte Fleischextract, wie es seit einigen Jahren besonders von Amerika¹⁾ und Australien in den Handel gebracht wird, ist frei von Fett und Leim, und selbst bei Zutritt von Luft dem Verderben nicht unterworfen. Gutes derartiges Fleischextract enthält im Mittel etwa in 100 Thln:

- 60,0 in 80procentigem Alkohol lösliche organische Substanz,
- 2,5 in Alkohol unlösliche organische Substanz,
- 19,5 unorganische Salze, besonders Phosphate,
- 18,0 Wasser.

Die sogenannten Bouillontafeln bestehen gewöhnlich hauptsächlich aus Leim und enthalten oft bis zu $\frac{4}{5}$ in Alkohol unlösliche Substanz; sie haben daher geringen Nahrungswerth.

Wird beim Auskochen das Fleisch in das schon siedende Wasser gebracht, so wird das Albumin in den Fasern sogleich gerinnen, ehe es sich lösen kann, und indem es die Poren schliesst, verhindert es das Ausziehen der löslichen Theile durch das Wasser. Um Fleisch möglichst vollständig zu extrahiren, muss es daher mit kaltem Wasser zusammengebracht werden; soll das Fleisch dagegen die Extractivstoffe möglichst zurückhalten, so muss es sogleich in kochendes Wasser gebracht werden.

Da das Fleisch beim sogenannten Braten nicht mit Wasser ausgezogen wird, so bleiben hierbei alle löslichen Stoffe darin zurück, und es behält seinen ganzen Nährwerth; äusserlich steigt hierbei die Hitze bis zur Zersetzung der Faser, wodurch sich eine Hülle bildet, welche das Ausfliessen des Saftes verhindert; stieg die Temperatur im Innern nicht höher als etwa 50° bis 56°, so behält der Blutfarbstoff seine rothe Farbe; durch Erhitzen auf 70° oder höher gerinnt er und wird dadurch braun.

Das Fleisch verliert beim Braten etwa 20 bis 24 Proc. an Gewicht.

Zum Conserviren des Fleisches wird es getrocknet, oder mit Kochsalz behandelt (Pöckeln), oder endlich der Einwirkung des Holzrauches ausgesetzt. Das Kochsalz, indem es dem Fleisch Wasser entzieht, entzieht damit einen Theil der löslichen Substanzen, welche in die Salzlauge gehen, und vermindert daher den Nahrungswerth. Die Bestandtheile des Holzrauches, Kreosot u. a. verbinden sich mit der Fleischfaser, und machen sie wenig fäulnissfähig. Verschiedene andere Methoden des Conservirens, Behandeln mit schwefliger Säure, Ueberziehen mit Paraffin, Ausspritzen mit Kochsalzlösung u. s. w. sind in neuerer Zeit vielfach versucht, haben aber noch nicht allseitig genügende Resultate gegeben.

¹⁾ Vergl. Buchner's N. Repert. 1869. Bd. 18, S. 1.

Casein und verwandte Stoffe.

Thiercasein.

Käsestoff. Dieser Körper ist der wesentliche Bestandtheil der Milch der Säugethiere. Einige Eiweisskörper, so Vitellin, Globulin u. a., sowie verschiedene im Blut und anderen thierischen Flüssigkeiten und in manchen pathologischen Producten vorkommende Körper zeigen zum Theil manche Aehnlichkeit mit Casein, ihre Identität damit ist jedoch nicht nachgewiesen.

Das Casein findet sich in der Milch in löslicher und in unlöslicher Form, letzteres suspendirt. Es enthält auch Schwefel, aber weniger als Albumin.

Zur Abscheidung des löslichen Caseins wird mit dem gleichen Volum Wasser verdünnte Milch mit Salzsäure versetzt, das Coagulum nach dem Abscheiden der Molke abgepresst, dann in mit Salzsäure angesäuertem Wasser vertheilt und wieder abgepresst; diese Operationen werden einige Male wiederholt, der Rückstand dann in lauwarmem Wasser gelöst, das Fett abfiltrirt und aus dem Filtrat durch Neutralisation mit kohlen saurem Natron das Casein gefällt, danach mit Wasser abgewaschen und durch Behandlung mit Alkohol und Aether von Fett befreit.

Das mit Salzsäure aus verdünnter Milch erhaltene Coagulum kann sogleich in wässrigem kohlen sauren Natron gelöst und nach dem Abscheiden der Fettschicht mit Salzsäure gefällt werden, wonach der Niederschlag noch mit Aether behandelt wird.

Man erhält reines Casein durch Coaguliren von verdünnter Milch mittelst Essigsäure. Das Coagulum wird nach wiederholtem Auswaschen mit Wasser, mit Alkohol und Aether behandelt, dann in sehr verdünnter kaustischer Natronlauge gelöst, und diese Lösung in verdünnte Essigsäure gegossen, der Niederschlag mit Wasser gewaschen und über Schwefelsäure getrocknet.

Wenn Milch bei gewöhnlicher Temperatur mit krystallisirter schwefelsaurer Magnesia versetzt wird, so scheidet sich Casein ab; durch Auswaschen des Coagulums mit einer gesättigten Lösung des Salzes, Auflösen des Niederschlags in Wasser, Abfiltriren der Butter und Fällen mit Essigsäure wird reines Casein erhalten.

Das reine Casein wird durch Fällung als weisse flockige Masse erhalten, nach dem Trocknen bildet es ein weisses Pulver oder eine gelbliche hornartige Masse; nach Millon und Commaille ¹⁾ ist das reine Casein, im Vacuum getrocknet, $C_{108}H_{102}N_{14}O_{34}$; bei 115° verliert es $3HO$, bei 150° im Ganzen $5HO$. Es ist unlöslich in reinem Wasser, Alkohol

¹⁾ Chem. Centralbl. 1865, S. 440, 653 u. 974.

oder Aether, löst sich aber in Wasser und auch in Alkohol bei Zusatz von wenig Alkali oder sehr wenig Säure; Aether fällt es aus der alkoholischen Lösung.

Casein löst sich in der Kälte auch in Kalk- oder Barytwasser, beim Kochen scheidet sich ein Coagulum ab; ein ähnlicher Niederschlag entsteht, wenn eine alkalische Caseinlösung nach Zusatz von Chlorcalcium oder schwefelsaurer Magnesia erwärmt wird.

Casein in Wasser mit Hilfe von wenig Salzsäure gelöst zeigt für die Linie *D* im Sonnenspectrum eine Rotation -87° , mit wenig Natronlauge -87° , mit stärkerer Kalilauge -91° , in nicht concentrirter Lösung von schwefelsaurer Magnesia gelöst -80° .

Casein bildet mit Säuren Verbindungen, die in reinem Wasser löslich, in verdünnter Säure aber unlöslich sind; nach dem Neutralisiren einer alkalischen Lösung von Casein mit wenig Säure scheidet sich Casein zuerst ab, löst sich auf Zusatz von etwas Salzsäure oder Schwefelsäure auf, scheidet sich aber nach Zusatz von mehr Säure nochmals ab. Nach Commaille sind die Niederschläge Verbindungen von $C_{108}H_{97}N_{14}O_{29}$ mit je 1 Atom Säure und verschiedenen Mengen Wasser, welches bei 100° bis 150° entweicht.

Das Casein verbindet sich auch mit den Basen; es bildet mit den Alkalien und mit den Erdalkalien in Wasser lösliche Verbindungen; eine solche Verbindung entsteht auch beim Schütteln von Casein mit gebrannter Magnesia und Wasser; aus dem Filtrat fällt Alkohol den nach dem Trocknen hornartigen Niederschlag: $2MgO \cdot C_{108}H_{97}N_{14}O_{29} + 4HO$. Auch mit den schweren Metalloxyden verbindet es sich beim Zusammenbringen der Salze mit schwach alkalischer Lösung des Caseins. Aus der Lösung von schwefelsaurem Casein in überschüssiger Salzsäure entsteht auf Zusatz von Platinchlorid ein Niederschlag: $C_{108}H_{97}N_{14}O_{29} \cdot SO_3 \cdot HCl + PtCl_2 + 4HO$.

Wenn die durch Zusatz von etwas Alkali oder von wenig Säure erhaltene wässrige Lösung von Casein für sich erhitzt wird, so gerinnt sie nicht, wird sie in der Wärme an der Luft verdampft, so scheidet sich auf der Oberfläche durch Einwirkung des Sauerstoffs der Luft verändertes Casein als eine zähe, in kaltem oder heissem Wasser unlösliche Haut ab, nach deren Entfernung sich beim Eindampfen immer wieder neue Haut bildet (Milchhaut).

Charakteristisch ist das Verhalten von Caseinlösung gegen die Schleimhaut des vierten Kälbermagens, das Lab; bringt man eine schwach alkalische oder schwach saure Lösung von Casein mit einem Stückchen der gut gewaschenen Magenhaut, dem Lab, zusammen, so wirkt die Schleimhaut wie ein Ferment und führt das lösliche Casein in die unlösliche Modification über, wodurch die Lösung dann gerinnt; diese Umwandlung erfolgt rascher beim schwachen Erwärmen (30° bis 50°) als bei gewöhnlicher Temperatur. Die Coagulation des Caseins in alkalischen Flüssigkeiten erfordert höhere Temperatur, als in saurer Lösung.

Das unlösliche Casein ist frisch gefällt weiss flockig, nach dem Trocknen gelblich hart, hornartig; es ist unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether, quillt aber in Wasser auf. Das unlösliche Casein löst sich in wässerigem kaustischen Alkali, und wird durch Säure wieder gefällt.

Casein fault auch bei Abschluss der Luft, wobei sich namentlich Ammoniaksalze der flüchtigen Fettsäure bilden. Bei Zutritt der Luft bilden sich daneben ein ölartiger und ein krystallinischer Körper von durchdringendem Geruch. Ozon ¹⁾ verwandelt feuchtes Casein zuerst in einen dem Albumin sich ähnlich verhaltenden Körper. Beim Schmelzen mit Kalihydrat bildet sich oxalsaures und valeriansaures Salz neben Leucin und Tyrosin.

Casein ist als Bestandtheil der Milch und des Käses ein wichtiges Nahrungsmittel; ein Gemenge von feuchtem Casein mit Kalk und Milch ist als Kitt für Glas und Porzellan empfohlen, weil es rasch erhärtet und durch Wärme oder Wasser nicht verändert wird. Man hat auch Lösungen von Casein in wässerigem doppelt kohlensaurem Natron, in Borax oder in Wasserglas als Kitt verwendet. In wässerigem Ammoniak oder in kohlensaurem Natron gelöstes Casein wird beim Zeugdruck zum Fixiren unlöslicher Farben benutzt, und zum Imprägniren von Baumwolle, um diese zu „animalisiren“, d. h. ihr die Fähigkeit zu geben, sich so leicht wie Wolle mit Farbstoffen zu verbinden.

Lactoprotein.

Ein nach Millon und Commaille ²⁾ in der Milch enthaltener Eiweisskörper, der nach Hoppe wahrscheinlich unreines Casein oder Albumin ist. Er wird aus verdünnter und mit etwas Essigsäure versetzter Milch erhalten, wenn man die Molke zum Sieden erhitzt, filtrirt und dann mit salpetersaurer Quecksilberlösung versetzt; der weisse amorphe Niederschlag wird mit Wasser unter Zusatz von etwas Salpetersäure ausgewaschen, dann mit Wasser, Alkohol und Aether behandelt, der getrocknete gelbe Niederschlag entspricht der Formel $C_{72}H_{62}N_{10}O_{36} + 2HgO$; er löst sich in überschüssigem Quecksilbersalz.

Das in Wasser gelöste Lactoprotein wird weder durch Essigsäure oder Salpetersäure, noch durch Quecksilberchlorid gefällt, auch von Alkohol nur getrübt.

Milch. Die Milch der Säugethiere ist eine weisse oder gelbliche weisse undurchsichtige Flüssigkeit von etwa 1,02 bis 1,04 specif. Gewicht; unter dem Mikroskop erkennt man, dass die Undurchsichtigkeit von kleinen, in der Flüssigkeit suspendirten Kügelchen herrührt, den Milch-

¹⁾ Gorup-Besanez: Jahresber. 1858, S. 63. — ²⁾ Millon u. Commaille: Chem. Centrbl. 1865, S. 428. Hoppe: Zeitschrift für analyt. Chem. Bd. 3, S. 427.

kügelchen; diese mehr oder weniger sphärischen Kügelchen von 0,01 bis 0,004 Millimeter Durchmesser enthalten Butterfett in einem dünnen aus unlöslichen Albuminaten bestehenden Häutchen eingeschlossen. Beim ruhigen Stehen der Milch sammelt sich der grössere Theil des Fetts, weil specifisch leichter, auf der Oberfläche als gelblicher Rahm, während darunter sich dann blauweisse fettärmere Milch findet.

Ausser Fett und theils gelöstem, theils suspendirtem Casein enthält die Milch Milchzucker, einen dem Albumin ähnlichen Eiweisskörper und verschiedene Salze, Chlornatrium, die Phosphate von Kalk und Magnesia, und Phosphat und Carbonat der Alkalien, besonders auch Kalisalz, Spuren von Eisen, von Fluormetall und Kieselerde.

Die quantitative Zusammensetzung ist bei verschiedenen Thieren sehr verschieden, und selbst bei demselben Individuum wechselnd nach Nahrung und anderen Verhältnissen.

100 Theile Thiermilch enthalten, von

	Frauenmilch.		Kuhmilch.		Schafmilch.	Eselsmilch.	Stutenmilch.	Ziegenmilch.
Wasser . . .	88,90	87,48	85,70	88,22	83,99	91,02	82,84	89,24
Casein . . .	3,92	1,62	4,83	2,30	5,34	2,02	1,64	2,41
Albumin . . .	—	—	0,57	0,62				
Butter . . .	2,66	4,05	4,30	3,64	5,89	1,25	6,87	3,00
Milchzucker .	4,36	6,40	4,03	4,41	4,10	5,70	8,65	3,18
Salze . . .	0,14	0,45	0,55	0,81	0,68			

Fett und Casein lassen sich aus der Milch durch Gerinnen mittelst Lab oder Säuren abscheiden; Aether löst das Fett hier nicht, so lange es in den Hüllen eingeschlossen ist; beim Schütteln der Milch mit Aether und Essigsäure werden die Hüllen von der Säure gelöst, worauf der Aether alles Fett aufnimmt. Die von dem Casein und Fett getrennte Flüssigkeit, die Molke, *Serum lactis*, enthält neben löslichen Salzen hauptsächlich Milchzucker, der durch Eindampfen daraus gewonnen wird.

Wird die Milch heftig geschüttelt und gerührt, so werden die Hüllen der Fettkügelchen zerrissen, die Fetttheile vereinigen sich bei dieser Operation, dem Buttern, zu grösseren Massen und sondern sich als „Butter“ aus.

Lässt man die Milch bei mittlerer Temperatur an der Luft stehen, so entwickelt sich ein Ferment, welches die Umwandlung des Milchzuckers in Milchsäure bewirkt; indem hierdurch das Alkali gesättigt wird, wird die Milch sauer und das Casein scheidet sich gallertartig ab.

Das Gerinnen der Milch kann auch durch Zusatz von Lab bewirkt werden (s. S. 428); mit dem hierbei gerinnenden Casein scheidet sich das Fett und ein grosser Theil von Salzen, besonders Kalk- und Magnesiaphosphat ab; dieses unreine Casein löst sich daher nicht in kohlensaurem Natron und muss, um es löslich zu machen, zuerst durch Behandlung mit verdünnter Säure von den unlöslichen Salzen befreit werden.

Käse. Der Käse wird bekanntlich aus Milch dargestellt, indem man durch Einwirkung von Lab in der Wärme Casein und Fett abscheidet, und dieses Gemenge, welches im frischen Zustande weiss und wenig zusammenhängend ist, unter gewissen Umständen faulen lässt. Unter dem Einfluss von Feuchtigkeit und Luft zersetzt sich das Casein wie das Fett; hierbei treten auch noch Infusorien (*Vibrio*) und Schimmelpflanzen (*Penicillium*) auf, die wesentlich auf die Art der Zersetzung von Einfluss sind. Der reife Käse enthält Ammoniaksalze (vielleicht auch Ammoniak der Alkoholradicale Butyl, Amyl u. s. w.), der flüchtigen Fettsäuren (besonders von Buttersäure und Valeriansäure), sowie Oelsäure und Palmitinsäure u. s. w., und namentlich Leucin. Nachstehende Tabelle zeigt beispielshalber die stattfindenden Veränderungen in der Zusammensetzung und im Gewicht beim Reifen von Roquefort-Käse¹⁾.

	frisch	2 Monate alt	4 Monate alt	7 Monate alt
Casein	96,2	83,1	85,0	67,0
Milchzucker	11,5	—	—	—
Leucin und in Alkohol löslicher Stoff	—	21,2	18,7	33,4
Fett	66,8	56,3	47,0	39,7
Ammoniak	Spur	1,8	2,0	3,2
Wasser und flüchtige Substanz . .	123,0	67,3	59,2	56,0
	300,0	232,0	214,0	201,7

Der Gehalt an Fett und Casein ist natürlich verschieden nach der Beschaffenheit der angewendeten Milch; Käse aus fetter Milch enthält in 100 Thln. auf 30 Thle. Casein etwa 30 Thle. Fett, 36 Thle. Wasser und 4 Aschenbestandtheile; Käse aus abgerahmter Milch enthält etwa 45 Thle. Casein auf 6 Thle. Fett, 44 Thle. Wasser und 5 Aschenbestandtheile. Englischer Käse enthält etwa 30 Thle. Casein auf 20 bis 30 Thle. Fett.

Albuminkörper der Pflanzen.

Pflanzenalbumin.

Pflanzeneiweiss, Sitosin von Commaille, findet sich in den meisten Pflanzensäften gelöst; in reichlicherer Menge in dem Samen von Weizen, in den Kartoffeln und Erbsen, und besonders in den Kräutern, welche als Gemüse benutzt werden. Es kann durch Eindampfen bei niedrigerer Temperatur aus den durch Auswaschen oder Auspressen erhalte-

¹⁾ Brassier: *Annal. de chim. et de phys.* [4] Bd. 5, S. 270. Vergl. Payen: *Jahresber.* 1865, S. 835. Iljenko u. Laskowsky: *Annal. d. Chem. u. Pharm.* Bd. 55, S. 78.

nen Flüssigkeiten aber nur unrein dargestellt werden. Das coagulirte Pflanzenalbumin erhält man aus Weizenmehl, wenn man das bei der Darstellung von Kleber durch Abwaschen erhaltene Wasser, nachdem das Stärkmehl sich abgesetzt hat, zum Sieden erhitzt. In gleicher Weise scheidet man es aus dem ausgepressten Kartoffelsaft ab. Oder man laugt in Scheiben zerschnittene Kartoffeln mit verdünnter Schwefelsäure (1 Thl. Hydrat auf 50 Thle. Wasser) aus, neutralisirt das Filtrat mit kohlensaurem Alkali und erhitzt zum Sieden. Das coagulirte Pflanzeiweiss scheidet sich dann in dicken weissen Flocken ab. Durch Behandeln mit Alkohol und Aether wird es gereinigt.

Es hat die Zusammensetzung und Eigenschaften des Thieralbumins.

Pflanzenkleber.

Pflanzenfibrin. Wenn Mehl mit Wasser zu einem Teig angemengt und unter Wasser ausgewaschen wird, so werden Stärkmehl und die löslichen Bestandtheile abgeschieden, während die unlöslichen Bestandtheile als eine zähe klebende Masse zurückbleiben; dieser Rückstand wird Kleber genannt; man erhält aus verschiedenen Getreidearten verschiedene Mengen Kleber, am meisten aus Weizenmehl, welches je nach Klima, Bodenbeschaffenheit und anderen Verhältnissen 12 bis 20 Proc. Kleber hinterlässt. Der Kleber ist im feuchten Zustande eine gelblich graue, sehr elastische Masse, trocken bildet er eine hornartig graue Masse; er ist unlöslich in Wasser, löslich in Alkalien, und grösstentheils in concentrirter Essigsäure. Er ist wesentlich ein Gemenge von vier Substanzen: Pflanzenfibrin, Pflanzencasein oder Legumin (Sitesin von Commaille), Gliadin und Mucedin.

Pflanzenfibrin.

Unlösliches Pflanzenalbumin von Berzelius, Inesin von Commaille¹⁾. Die beim wiederholten Ausziehen des Klebers mit kochendem Alkohol zurückbleibende Substanz ist als Pflanzenfibrin bezeichnet; es kann durch Auflösen in verdünnter Salzsäure und Fällen mit Ammoniak gereinigt werden.

Es ist eine grauweiße elastische, nach dem Trocknen hornartige Masse, welche in Wasser etwas aufquillt, in Wasser und Alkohol aber unlöslich ist; sie löst sich in verdünnter Salzsäure, Essigsäure oder Phosphorsäure, sowie in verdünnten Alkalien, und so lange sie nicht mit Wasser gekocht ist, auch in wässrigem Ammoniak. Das Fibrin wird aus den sauren oder alkalischen Lösungen durch Neutralisation gefällt; aus salzsauren Lösungen scheidet es sich auch auf Zusatz von Alkalisalzen,

¹⁾ Chem. Centralbl. 1867, S. 585.

besonders von Kochsalz, in dicken Flocken ab; die Lösungen verhalten sich in dieser Beziehung wie die von Syntonin (s. d. S. 421).

Ritthausen¹⁾ bezeichnet als Glutenfibrin den aus dem gefällten Kleber durch Digeriren mit Alkohol ausziehbaren Körper, der eine bräunlich gelbe, nach dem Trocknen hornartige Masse ist, die in Wasser unlöslich ist, sich in kochendem Weingeist löst, aus reinem Alkohol beim Erkalten sich aber vollständig wieder abscheidet; es quillt in wässrigem Ammoniak auf, löst sich in wässrigem Kali und in verdünnten Säuren; beim Verdunsten der weingeistigen Lösung bildet sich auf der Oberfläche eine weiche Haut, welche sich nach dem Wegnehmen wieder erneuert. Durch Kochen mit Wasser geht dieses Glutinfibrin in eine in Weingeist, Essigsäure und Kali unlösliche Modification über.

Pflanzenleim²⁾; Glutin. Der in Alkohol lösliche Theil des rohen Klebers ward von Taddei: Gliadin genannt; er ist nach den späteren Untersuchungen jedoch noch ein Gemenge von wenigstens zwei Körpern, dem eigentlichen Gliadin und dem Mucedin oder Mucin. Zur Darstellung dieser Körper wird der rohe Kleber mit Alkohol ausgekocht, das Filtrat eingedampft und der trockne Rückstand nach dem Behandeln mit Aether mit 60- bis 70procentigem Weingeist digerirt; aus der erkalteten und filtrirten Flüssigkeit scheidet sich dann auf Zusatz von starkem Alkohol Mucedin als flockiger Niederschlag ab, während Gliadin gelöst bleibt.

Das Mucedin oder Mucin, durch wiederholtes Lösen in schwächerem Alkohol und Fällen mit starkem Alkohol gereinigt, ist frisch gelblich weiss, seideglänzend und schleimig, nach dem Trocknen spröde; es löst sich leicht in 60- bis 70procentigem Weingeist; durch 90procentigen Weingeist wird es aus dieser Lösung flockig gefällt; es ist auch in wässrigen Säuren und Alkalien löslich und wird durch Neutralisiren aus diesen Lösungen gefällt. Das frische Mucedin vertheilt sich in Wasser zu einer trüben Flüssigkeit, beim Kochen damit wird das Wasser milchig, indem sich bei fortgesetztem Kochen das Mucedin zersetzt, lösliche und unlösliche Producte bildend.

Gliadin, durch Eindampfen der alkoholischen, von Mucedin getrennten Lösung erhalten, ist eine im feuchten Zustande schleimige und zähe Masse, nach dem Trocknen durchsichtig, dem thierischen Leim ähnlich; es ist unlöslich in kaltem, löslich in der hinreichenden Menge siedendem Wasser; es löst sich in Weingeist, in wässrigem Weingeist leicht schon in der Kälte; es löst sich auch in wässrigen Alkalien und in Essigsäure.

Glutaminsäure³⁾. Zersetzungsproduct des Klebers und des Glutencaseins besonders des in Alkohol löslichen Mucedins, welches über

1) Ritthausen: Journ. f. prakt. Chem. Bd. 85, S. 193; Bd. 86, S. 257; Bd. 88, S. 141; Bd. 91, S. 296; Bd. 99, S. 439; Bd. 102, S. 463. — 2) Günsberg: Journ. f. prakt. Chem. Bd. 85, S. 213. Ritthausen: a. a. O. — 3) Ritthausen: Journ. f. prakt. Chem. Bd. 99, S. 454; Bd. 102, S. 454; Bd. 103, S. 233, 239 u. 273.

30 Proc. dieser Säure liefert, während das Pflanzenfibrin für sich kaum 1,5 Proc. davon giebt.

Zur Darstellung der Säure wird Pflanzenleim mit einem Gemenge von 2,5 Thln. Schwefelsäure und 7 Thln. Wasser 20 bis 24 Stunden gekocht; die Flüssigkeit wird mit Kalkmich gesättigt, nach dem Filtriren eingedampft, der Kalk mit Oxalsäure gefällt und das Filtrat zur Krystallisation verdampft; durch Umkrystallisiren aus Wasser und wässrigem Weingeist wird die Glutaminsäure rein erhalten. Die Säure krystallisirt in glänzenden weissen wasserfreien Blättchen $C_{10}H_9NO_8$; sie lösen sich bei gewöhnlicher Temperatur in 100 Thln. Wasser, 300 Thln. Branntwein von 32 Proc. und 1500 Thln. Alkohol von 80 Proc., in der Wärme sind sie in Wasser und Branntwein viel leichter löslich; die Lösung reagirt sauer und schmeckt adstringirend. Die Krystalle schmelzen bei 135° bis 140° unter theilweiser Zersetzung; bei stärkerer Hitze zersetzen sie sich vollständig unter Entwicklung des Geruchs nach verbranntem Horn.

Durch Einwirkung von salpetriger Säure auf die in wässriger Salpetersäure gelöste Glutaminsäure bildet sich unter Entwicklung von Stickstoff Glutansäure $C_{10}H_8O_{10}$, eine zweibasische der Aepfelsäure homologe Säure; sie ist syrupartig und in Aether löslich. Das Kalksalz, $2CaO \cdot C_{10}H_6O_8 + HO$, ist ein amorphes leicht lösliches Salz. Das in Wasser gelöste Salz giebt mit Bleisalz versetzt einen krystallinischen Niederschlag von $2PbO \cdot C_{10}H_6O_8 + HO$, der sich wenig in kochendem Wasser löst.

Die Glutaminsäure zersetzt die kohlen sauren Salze; die Salze der Alkalien sind in Wasser und Weingeist löslich, schwierig krystallisirbar, zum Theil nur zu gummiartigen Massen eintrocknend; auch die Salze der schweren Metalle sind in Wasser löslich.

Das Barytsalz, $BaO \cdot C_{10}H_8NO_7$, ist amorph, leicht löslich. Ein basisches Kupfersalz, $CuO \cdot C_{10}H_8NO_7 + CuO \cdot 2HO$, wird durch Kochen der Säure mit Kupferoxydhydrat und Fällen der Lösung mit Alkohol erhalten. Das Silbersalz, $AgO \cdot C_{10}H_8NO_7$, durch Kochen von kohlen saurem Silber und Eindampfen des Filtrats dargestellt, ist ein dunkelgraues, etwas krystallinisches Salz.

Pflanzencasein.

Legumin. Dieser von Einhof zuerst in den Hülsenfrüchten aufgefundene Körper findet sich in Bohnen, Linsen und Erbsen, ward von Braconnot als „Legumin“ bezeichnet; Liebig zeigte, dass er in seinen Eigenschaften und in der Zusammensetzung sich dem Thiercasein anreicht und diesem wenigstens sehr ähnlich ist. Der in manchen öleichen Samen, wie Mandeln, Lupinen u. a., enthaltene Eiweisskörper ist wohl nicht identisch mit Pflanzencasein, ist ihm aber sehr ähnlich; dasselbe gilt von dem im Kleber des Mehls enthaltenen Glutencasein. Nach einer

neueren Untersuchung unterscheidet Ritthausen das Legumin der Hülsenfrüchte von dem Conglutin der Mandeln und Lupinen, und dem Glutencasein der Getreidearten.

Man erhält Legumin leicht aus Hülsenfrüchten, wenn man sie, nachdem sie in warmem Wasser aufgequollen sind, zerreibt, den Brei mit Wasser verdünnt, zum Absetzen stehen lässt und aus der abgegossenen, durch Fett trüben Flüssigkeit durch vorsichtigen Zusatz von verdünnter Essigsäure das Legumin fällt; der Niederschlag wird nach dem Abwaschen mit Alkohol und Aether ausgezogen und dann getrocknet. Oder er wird in kaustischem Kali oder Ammoniak gelöst und die klare Flüssigkeit mit Essigsäure gefällt.

Legumin scheidet sich, ähnlich dem Casein, aus den Lösungen in Flocken ab, welche nach dem Trocknen hornartig sind; es ist unlöslich in Alkohol und Aether, frisch gefällt löst es sich in warmem und kaltem Wasser, sowie in wässerigen Alkalien und Ammoniak; wenn getrocknet löst es sich sehr wenig in Wasser und langsam selbst in schwach alkalischen Flüssigkeiten. Diese Lösungen werden durch wenig Essigsäure gefällt, ein Ueberschuss dieser Säure löst es nicht, während andere Säuren, wie Weinsäure und Oxalsäure, das Legumin zuerst fällen, bei Ueberschuss aber wieder lösen, aus welcher Lösung es durch Salzsäure von Neuem abgeschieden wird.

Die aus den Hülsenfrüchten erhaltene Lösung von Legumin reagirt neutral, beim Stehen an der Luft wird sie durch Bildung von Milchsäure sauer und scheidet dann Legumin ab; die Lösung coagulirt beim Erhitzen nicht, sondern bildet wie Milch beim Abdampfen eine Haut von verändertem Legumin. Nach Ritthausen ist das lösliche Legumin der Leguminosen eine sauer reagirende Verbindung von Legumin mit Phosphorsäure.

Die alkalischen Lösungen von Legumin coaguliren auf Zusatz von Kalk- oder Magnesiasalz erst beim Erhitzen. Durch Lab wird das Pflanzencasein wie das Thiercasein aus seinen Lösungen gefällt. Durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure giebt es Leucin und Tyrosin und eine stickstoffhaltende Säure die Leguminsäure, aber keine Glutaminsäure. Es löst sich in concentrirter Schwefelsäure mit dunkelbrauner Farbe.

Legumin (Conglutin) aus süßen oder bitteren Mandeln wird in ähnlicher Weise wie aus Erbsen oder Bohnen dargestellt; zweckmässig lässt man die zerriebenen Mandeln mit warmem Wasser digeriren, fällt später die klare Flüssigkeit mit Essigsäure und reinigt in der oben angegebenen Weise.

Das aus verdünnten Lösungen erhaltene Conglutin bildet weisse Flocken, aus concentrirten Lösungen gefällt ist es eine perlmutterglänzende schillernde Masse, deren Lösung in kaltem Wasser beim Erhitzen zum Sieden dem coagulirten Eiweiss ähnliche Flocken abscheidet. Dieses Legumin schwillt in concentrirter Essigsäure und löst sich dann in

kochendem wie in kaltem Wasser; mit Schwefelsäure gekocht giebt es Glutaminsäure.

In den Getreidearten finden sich dem Legumin ähnliche Substanzen, aus dem Hafer wird, in gleicher Weise wie Legumin aus den Bohnen, das Avenin¹⁾ erhalten, welches im kalten Wasser löslich ist und beim Kochen der Lösung nicht coagulirt. Aehnlich verhält sich das Hordein aus Gerste. Beide sind vielleicht identisch mit dem Paracasein oder Glutencasein von Ritthausen²⁾, einem aus dem Kleber von Weizen- oder Roggenmehl erhaltenen Körper, der sich weder in kaltem noch in siedendem Wasser löst, der in wässrigen Alkalien sowie in Weingeist bei Zusatz von etwas Essigsäure oder Weinsäure löslich ist.

Das Gluten-Casein verhält sich ähnlich dem aus den Mandeln und Lupinen erhaltenen Conglutin von Ritthausen, während das Legumin der Erbsen und Bohnen sich in Zusammensetzung und sonstigem Verhalten verschieden zeigt. Eine grosse Verschiedenheit zeigen namentlich beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure die auftretenden Zersetzungsproducte, indem das eigentliche Legumin Leguminsäure, das Gluten und Conglutin Glutaminsäure geben.

Emulsin.

Synaptase. Ein in den süssen und bitteren Mandeln enthaltener Körper, der ausgezeichnet ist durch die Eigenschaft, auf manche Glucoside z. B. Amygdalin und Salicin u. a. wie Ferment zersetzend zu wirken. Es ist in der Emulsion von süssen oder bitteren Mandeln enthalten. Zur Darstellung von Emulsin werden die durch Auspressen entöltten süssen Mandeln durch Anrühren mit 2 bis 3 Thln. Wasser in eine Emulsion verwandelt, welche nach dem Abseihen beim ruhigen Stehen bei 20⁰ bis 25⁰ sich in zwei Schichten trennt; die von der leichtern rahmartigen Schicht getrennte Flüssigkeit wird zum Abscheiden des Legumins mit wenig Essigsäure versetzt, worauf das Filtrat mit dem doppelten Volum Alkohol von 85 Procent gemischt wird; der so erhaltene Niederschlag wird zuerst mit starkem, zuletzt mit absolutem Alkohol abgewaschen und dann im Vacuum über Schwefelsäure getrocknet. Es bildet eine weisse bröckliche Masse; beim langsamen Trocknen an der Luft wird es gummiartig und röthlich gefärbt.

Es zeigt sich in seiner Zusammensetzung sehr verschieden von den Proteinstoffen, indem es weniger Kohlenstoff und Stickstoff enthält (s. S. 402); das durch Fällen erhaltene Emulsin enthält noch 20 bis 36 Proc. Erd-

¹⁾ Norton: Chem. Centralbl. 1847, S. 466; 1848, S. 240. Vergl. Ritthausen: Journ. f. prakt. Chem. Bd. 99, S. 444. — ²⁾ Ritthausen: Journ. f. prakt. Chem. Bd. 85, S. 193; Bd. 86, S. 257; Bd. 91, S. 296; Bd. 99, S. 439; Bd. 103, S. 65, 193 u. 273.

alkali-Phosphat eingemengt. Feuchtes Emulsin löst sich vollständig, getrocknetes Emulsin nicht mehr vollständig in Wasser, es wird durch Kochen auch auf Zusatz von Essigsäure oder Mineralsäure nicht coagulirt, es wird aber durch Alkohol und durch essigsäures Blei gefällt. In wässriger Lösung zersetzt sich das Emulsin in wenigen Tagen unter reichlicher Bildung von Milchsäure. Trocknes Emulsin verändert sich nicht bei 100°, eine wässrige Lösung desselben wird bei 45° schon trübe, nahe der Siedhitze scheidet sich ein kleiner Theil Emulsin als weisses Pulver ab, welches jetzt 50 bis 60 Proc. Asche enthält. Beim Sieden der Lösung verliert das Emulsin, wie andere Fermente, die Fähigkeit, Amygdalin und andere Glucoside zu zerlegen.

Das Emulsin ist noch nicht rein und frei von Aschenbestandtheilen dargestellt.

Diastase.

(Von *διαστασις*, Trennung.) Eine bei dem Keimen der Getreidekörner sich bildende stickstoffhaltende Substanz, welche die Fähigkeit, Stärkmehl in Dextrin und dieses in Glucose überzuführen, im hohen Grade besitzt. Sie findet sich im Weizen, Gerste und namentlich im Malz, auch in den Knollen der Kartoffeln nach der Bildung der Keime, doch findet sie sich hier nur in den Knollen selbst, nicht in den Keimen oder Wurzeln.

Zur Darstellung von Diastase wird frisch gekeimte Gerste zerdrückt, mit Wasser angerührt, einige Zeit bei 20° bis 30° digerirt, die abgeseigte Flüssigkeit wird auf 75° erwärmt zum Coaguliren des Albumins, und das Filtrat mit überschüssigem starkem Alkohol gefällt; der flockige Niederschlag wird durch Auflösen in Wasser, Digeriren mit Thierkohle und Fällen der abfiltrirten Flüssigkeit mit Alkohol gereinigt. Die so erhaltene Diastase bildet einen farblosen, flockigen Niederschlag, nach dem Trocknen eine gummiartige Masse; sie löst sich leicht in Wasser und auch in wässrigem Spiritus, nicht in starkem Alkohol. Die wässrige Lösung ist neutral, sie wird nicht von Metallsalzen, auch nicht von Bleiessig gefällt. Die gelöste Diastase zeichnet sich durch die Fähigkeit aus, Stärkmehl bei Gegenwart von Wasser in Dextrin und in Glucose umzuwandeln, die Umwandlung erfolgt rascher bei etwas erhöhter, als bei gewöhnlicher Temperatur, am schnellsten bei 65° bis 75°; durch stärkeres Erhitzen bis 100° verliert die Diastase ihre Wirkung bleibend. Auch beim längeren Aufbewahren der trocknen oder gelösten Diastase, wobei diese im letzteren Falle sauer wird, verliert sie die Wirkung auf Stärkmehl, ebenso durch Zusatz von Alaun, Arsenik, den Salzen von Blei, Kupfer, Quecksilber, Gold und Eisen; bei Gegenwart von Alkalien oder Mineralsäure wird die Wirkung verzögert oder ganz aufgehoben. Auf dichte Cellulose, Gummi arabicum, Eiweiss und andere Stoffe wirkt Diastase nicht ein.

1 Thl. Diastase verwandelt 2000 Thle. Stärkmehl in Dextrin und Glucose; doch geht auch bei Ueberschuss von Diastase nicht alles Dextrin in Glucose über (vgl. S. 16)¹⁾.

Die Diastase ist zweifelsohne ein Zersetzungsproduct des Klebers; es ist bis jetzt jedenfalls nur im unreinen Zustande bekannt; nach Dubrunfaut²⁾ soll dieses Ferment des Malzes, Maltin von ihm genannt, welches sich in allen frischen Getreidekörnern findet, reiner erhalten werden, wenn der Malzauszug mit seinem doppelten Volum 90 procentigem Alkohol versetzt wird; 100 Thle. Malz geben 1 Thl. Maltin, welches in Wasser löslich ist, und durch Gerbsäure gefällt wird; in dieser Verbindung behält es seine volle Wirksamkeit auf Stärkmehl. 1 Thl. Maltin soll über 100000 Thle. Stärke in Dextrin überführen, und die Diastase von Payen und Persoz soll nur unreines Maltin sein.

Auf der Umwandlung des Stärkmehls durch Diastase beruht das Lösen des Stärkmehls aus Getreide oder Kartoffeln durch Malzauszug bei dem sogenannten Maischprocess der Branntweimbrenner und Bierbrauer.

H e f e.

Oberhefe. Unterhefe. Bierhefe. Die aus zuckerhaltenden, die weinige Gährung erleidenden Flüssigkeiten sich ablagernde Substanz, welche sich durch ihre organische Structur auszeichnet und durch die Fähigkeit, zuckerhaltende Flüssigkeiten in weinige Gährung zu versetzen. Die Hefe, nach ihrer Bildung als Oberhefe und Unterhefe unterschieden, ist ihrem ganzen Verhalten nach eine äusserst einfach organisirte Pflanze, ein Pilz, der Hefenpilz, *Torula cerevisiae*.

Die Oberhefe besteht aus einzelnen Zellen oder Bläschen von meistens ovaler Form und verschiedener Grösse bis zu höchstens 0,01 Millimeter Durchmesser. Wird eine solche Zelle (Fig. 2) in einen Malzauszug bei einer Temperatur von etwa 25⁰ gebracht, so zeigen sich nach kurzer Zeit kleine Ausbauchungen, die sich vergrössern, bis die neue Zelle (2) die Grösse der früheren Zelle erreicht hat. An jeder der Zellen bilden sich dann neue Ausbauchungen (Fig. 4), die wieder sich ihrer-

Fig. 2.



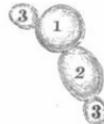
Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.



¹⁾ Vgl. Payen: Chem. Centralbl. 1865, S. 845. — ²⁾ Compt. rend. Bd. 66, S. 274. Dingler's polyt. Journ. Bd. 187, S. 491.

seits zu anhängenden Zellen ausbilden. Aus den alten Zellen entstehen so durch Knospung neue Zellen, welche mit der Mutterzelle im Zusammenhang bleiben, so dass leicht in wenigen Tagen sich 5, 6 und mehrere Generationen aneinander reihen, wie die Figuren 6 bis 9 zeigen.

Fig. 6.

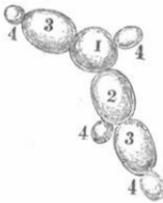


Fig. 7.

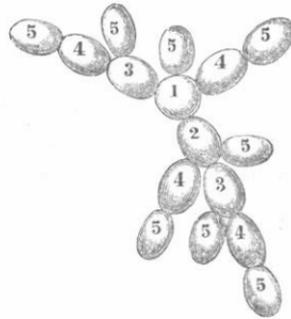


Fig. 8.

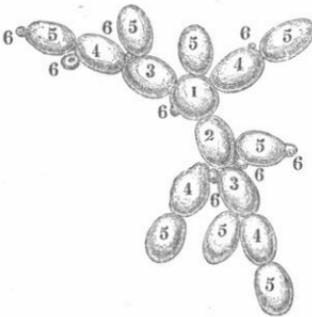


Fig. 9.



Jede einzelne Zelle ist ein für sich abgeschlossenes Kügelchen oder Bläschen, dessen Wandung aus Cellulose besteht; das Bläschen ist mit einer Flüssigkeit gefüllt, ein leicht zersetzbares Albuminat enthaltend; in dieser Flüssigkeit bilden sich, sobald die Zelle ausgewachsen ist, kleine Körnchen, die sich nun ihrerseits vermehren, bis die ganze Zelle mit solchen Körnchen erfüllt ist.

Die Unterhefe besteht aus einzelnen Zellen, welche mikroskopisch den Zellen der Oberhefe ähnlich sind, aber von sehr wechselnder Grösse. Bringt man die Unterhefezellen in Bierwürze von 0° bis 7°, so vermehren sie sich, aber die so entstandene Unterhefe besteht aus lauter einzelnen lockeren Zellen, nicht wie die Oberhefe aus zusammenhängenden Reihen von Zellen. Die Unterhefe vermehrt sich nicht durch Knospung, sondern wahrscheinlich durch Ausstreuung von Sporen, indem die einzelnen Zellen durch Zerplatzen die Körnchen austreten lassen, wobei dann aus jedem einzelnen Körnchen sich wieder eine isolirte Zelle bildet. Die

Unterhefe besteht, wie die Oberhefe, aus einer Zellenwandung von Cellulose und einem proteinhaltenden Zelleninhalt.

Die Unterhefe kann in Bierwürze von 18° bis 25° gebracht allmählig in Oberhefe übergehen, wie umgekehrt die letztere in Bierwürze bei 0° bis 8° bald Unterhefe hervorbringt.

Beide Arten der Hefe verhalten sich in Beziehung auf ihre chemische Zusammensetzung gleich; sie enthalten Cellulose, Albuminkörper, Fette und Aschenbestandtheile, letztere besonders reich an Phosphaten von Alkalien und Erdalkalien. Payen fand in 100 Thln. Hefe: 28 Cellulose und Dextrin; 63 Eiweisskörper, 2 Fett und 6 Aschenbestandtheile. Im frischen Zustande enthält die Hefe etwa $\frac{3}{4}$ Wasser; eine speckige Hefe enthält 76 Wasser, 16 organische Bestandtheile und 8 Aschenbestandtheile. Die Elementaranalyse von Hefe gab nach Abzug der Asche:

	Oberhefe.	Unterhefe.
Kohlenstoff	49,4	47,6
Wasserstoff	6,7	6,3
Stickstoff	12,4	9,8
Sauerstoff und Schwefel .	31,5	36,3.

Trockne Presshefe enthält etwa 45 Proc. Albuminkörper, 3,5 Proc. verseifbares Fett und 8 Proc. Aschenbestandtheile, welche letztere in 100 Thln. nahe 47 Phosphorsäure, 22 Kali und 16 Natron enthalten¹⁾.

Der Schwefelgehalt beträgt in 100 Thln. etwa 0,6 Thle. Uebrigens ist die Hefe ein gemengter und in Zersetzung begriffener Körper, dessen Zusammensetzung daher nicht constant sein kann.

Wird Hefe mit Kalilauge behandelt, so bleibt Cellulose zurück, während ein Eiweisskörper sich löst; durch Essigsäure aus dieser Lösung gefällt ist er nach dem Trocknen gelb, spröde und hornartig und hält nach Abzug der anorganischen Bestandtheile: 55,1 Kohlenstoff, 7,5 Wasserstoff, 14,0 Stickstoff, 23,4 Sauerstoff und Schwefel.

Die Hefe ist eine einfach organisirte Zellenpflanze, welche die Fähigkeit hat, sich unter passenden Umständen fortzupflanzen. Wird die Hefe in eine reine, nicht zu concentrirte Zuckerlösung gebracht, so zerfällt sie in einfache Verbindungen, zugleich zerfällt der Zucker hauptsächlich in Alkohol und Kohlensäure neben geringen Mengen von anderen Körpern, Glycerin, Bernsteinsäure u. a. Ist aller Zucker zersetzt, so hört damit die „weinige Gährung“ auf; das Zerfallen der Hefe geht aber für sich fort. Ist ein Ueberschuss von Zucker vorhanden, so hört die weinige Gährung auf, sobald alle Hefe zersetzt ist; der noch nicht vergohrene Zucker bleibt unverändert; auf 100 Thle. Zucker sind etwa 3 Thle. trockner Hefensubstanz zur vollständigen Vergährung erforderlich. Enthält die Zuckerlösung zugleich Eiweisskörper, so wird Hefe in diese

¹⁾ Zöller's ökon. Fortschritte 3ter Jahrg. Nro. 9 u. 10. S. 70.

Flüssigkeit gebracht zerfallen und die Gährung des Zuckers veranlassen, aber andererseits bilden sich auf Kosten der Eiweisskörper neue Hefenzellen, die Hefe vermehrt sich durch Neubildung, sie wächst fort; es gehen hier die Processe des Zerfallens von Hefe und Zucker und die Neubildung von Hefe neben einander und gleichzeitig vor sich. Ist aller Zucker zersetzt, so hört alsbald auch die Bildung von Alkohol und Kohlensäure auf, aber auch das Fortwachsen der Hefe hört auf, sobald der Zucker oder die stickstoffhaltenden Substanzen consumirt sind.

Wird Oberhefe in eine Zuckerlösung bei 15⁰ bis 20⁰ gebracht, so tritt eine rasche stürmische Gährung, „Obergährung“ ein, die Kohlensäure entweicht in grossen Blasen, welche die Hefentheile an die Oberfläche der Flüssigkeit führen, wo die Hefe sich dann als Schaum oder „Oberhefe“ sammelt. Unterhefe bringt bei 0⁰ bis 8⁰ eine viel langsamer verlaufende „Untergährung“ hervor; die Kohlensäure entweicht langsam in kleinen Bläschen und die schweren Hefentheile werden nicht durch das Gas an die Oberfläche gerissen, sondern setzen sich zu Boden und sammeln sich als Unterhefe.

Die frische Hefe besitzt die Fähigkeit, Alkoholgährung zu erregen, in besonders hohem Grade; bei gewöhnlicher Temperatur feucht aufbewahrt verliert sie die gährungserregenden Eigenschaften bald; wird sie durch Auspressen von der Flüssigkeit möglichst befreit (Presshefe), so behält die so erhaltene weisse speckige Masse ihre Wirkung bei nicht zu hoher Temperatur mehrere Wochen lang, wenn auch die Gährung langsamer eintritt als mit frischer Hefe; durch Trocknen bei 100⁰ oder durch Kochen mit Wasser verliert sie ihre gährungserregende Kraft je nach der Dauer des Erhitzens mehr oder weniger vollständig; in Zuckerlösung gebracht tritt dann nur langsam oder gar nicht Alkoholgährung ein. In concentrirter Zuckerlösung, sowie in reinem Glycerin soll das Ferment sich längere Zeit erhalten. Durch Mengen mit Stärkmehl und Trocknen bei gewöhnlicher Temperatur lässt sich die Hefe als „Hefenpulver“ einige Zeit aufbewahren, aber solche trockene Hefe ist immer weniger wirksam als frische Hefe. Der Zusatz von grösseren Mengen Mineralsäuren, schwefliger Säure, Arsenik, von manchen Metallsalzen, wie Kupfervitriol, Quecksilberchlorid, von ätherischen Oelen, wie Terpentinöl, von Kreosot, sowie von grösseren Mengen Kochsalz oder Zucker hebt, wie auch höhere Temperatur, die Wirkung der Hefenpilze mehr oder weniger vollständig auf.

Man hat die Wirkung der Hefe auf den Zucker, das Zerfallen desselben in Berührung mit Hefe in Alkohol und Kohlensäure auf verschiedene Weise zu erklären versucht; man hat die Wirkung als eine katalytische bezeichnet (Berzelius), oder als Ansteckung, d. i. Uebertragung der Bewegung der sich zersetzenden Hefe auf die Atome des Zuckers (Liebig); in neuerer Zeit hat man das Zerfallen betrachtet als Folge des pflanzlichen Lebensprocesses der Hefenpilze, welche Zucker consumiren und nach dem Zerfallen diesen wieder zersetzt als Alkohol und Kohlensäure ausscheiden.

Nachdem Hefe als ein Pilz erkannt ist, ist vielfach die Frage erörtert, ob die Hefe und andere niedere Organismen nur aus Keimen entstehen können oder auch durch spontane Zeugung (Heterogenie) z. B. aus Eiweisskörpern; nach vielfachen Versuchen über Gährung von Weinmost (Thénard und Gay-Lussac) und über Gährung leicht zersetzbarer Körper überhaupt (Pasteur) scheint es nicht zweifelhaft, dass nur bei dem Vorhandensein von Hefenkeimen (die sich übrigens unter Umständen auch in der Luft finden) Hefenpilze sich bilden können. Hierfür spricht auch die Thatsache, dass gekochte Bierwürze oder ähnliche Flüssigkeiten ohne Zusatz von fertiger Hefe an der freien Luft schwierig in weinige Gährung übergehen und dass solche Gährung bei vollkommen staubfreier Luft gar nicht eintritt.

Die weinige Gährung von Zucker unter Einfluss von Hefe findet bei der Umwandlung von Traubenmost und Obstmost in Traubenwein oder Obstwein, bei der Gährung der Bier- und Branntweinwürze statt. Wenn Trauben- oder Obstsaft der Luft ausgesetzt wird, so bildet sich sehr bald Hefe; offenbar sind hier die Keime auf den Früchten vorhanden und mischen sich sogleich dem Saft bei. Der Würze von Bier oder Branntwein wird Hefe von einer früheren Operation zugesetzt; es bilden sich aus den Eiweisskörpern der Flüssigkeit neue Mengen Hefe, die nach hinreichender Vergährung der Würze abgenommen werden, um für neue Gährung verwendet zu werden, und besonders auch als Zusatz zum Brodteig, um in diesem eine beginnende Gährung hervorzurufen, die durch das Erhitzen des Teiges, das Backen, aufgehoben wird, deren Resultat aber die Umwandlung der zuerst dichten und festen Masse in ein leichtes lockeres und daher leichter verdauliches Brod ist. Der Zweck der Auflockerung des Teiges kann auch durch Zusatz von kohlensaurem Ammoniak oder durch Eintreiben von Kohlensäure erreicht werden, sowie durch Mischen des Teiges mit doppelt-kohlensaurem Natron und Salzsäure oder saurem phosphorsaurem Kalk¹⁾.

Myrosin.

Ein dem Emulsin analoger Körper, der im weissen und schwarzen Senfsamen vielleicht auch in anderen Cruciferen enthalten ist und sich durch seine Wirkung als Ferment für Myronsäure (S. 115) auszeichnet.

Zur Darstellung von Myrosin wird weisser Senfsamen mit kaltem Wasser ausgezogen, die Flüssigkeit bei höchstens 40° zur Syrupsdicke verdampft und mit Alkohol ausgefällt, der Niederschlag nochmals in Wasser gelöst und im Vacuum verdampft.

1) Liebig: Dingler's polyt. Journ. Bd. 187, S. 183 u. 346; Bd. 191, S. 160.
— 2) Vgl. Pasteur: Compt. rend. Bd. 56, S. 1189; Bd. 61, S. 1091; Bd. 63, S. 305. Balard: Annal. de chim. et phys. (4) Bd. 4, S. 353. Lemaire: Compt. rend. Bd. 57, S. 958. Donne: Ebendas. Bd. 63, S. 301 u. 1072. Hoffmann: Ebendas. Bd. 63, S. 929. Hallier: Archiv d. Pharm. (2) Bd. 125, S. 195.

Das Myrosin ist dem Emulsin ähnlich, es löst sich in Wasser und wird durch Alkohol oder Säuren gefällt. Mit Myronsäure in wässriger Lösung zusammengebracht bewirkt es die Zerlegung desselben und die Bildung von Senföl (s. S. 116).

Pepsin.

Ein im Magensaft enthaltenes Ferment, welches besonders die Verdauung der Proteinstoffe zu bewirken scheint. Es ist noch nicht rein dargestellt. Man erhält es durch Digeriren der Drüsenhaut des gewaschenen Schweinemagens eines während der Verdauung getödteten Thieres mit Wasser bei 30° bis 35°, Fällen der Lösung mit Bleisalz oder Quecksilberchlorid, Zersetzen des in Wasser vertheilten Niederschlages durch Schwefelwasserstoff, und Fällen des Filtrats mit Alkohol. Das Pepsin wird so in weissen Flocken erhalten, die nach dem Trocknen bei höchstens 45° eine gelbe, gummiartige, im feuchten Zustande weisse voluminöse Masse bilden. Wird der bei der Magenfistel eines Hundes ausfliessende eiweissfreie Magensaft auf einen Dialysator von vegetabilischem Pergament gebracht, so bleibt Pepsinlösung, welche danach im Vacuum eingedampft wird.

Das jetzt vielfach als Arzneimittel angewendete sogenannte Pepsin wird häufig nach der oben angegebenen Methode dargestellt; oder durch Fällen des filtrirten Magensaftes durch starken Alkohol, nochmaliges Lösen des Niederschlages in Wasser und Fällen mit Alkohol. Wird der Magensaft mit verdünnter Phosphorsäure ausgezogen, und das Filtrat mit Kalkwasser neutralisirt, so fällt mit dem Kalkphosphat das Pepsin nieder; der Niederschlag in Salzsäure gelöst giebt eine Flüssigkeit, welche Fibrin und coagulirtes Eiweiss leicht löst²⁾.

Das Pepsin ist in Wasser löslich, es wird durch Alkohol sowie durch Blei- und Quecksilbersalz oder Gerbsäure gefällt, auf Zusatz von Mineralsäure trübt sich die Lösung; durch Kochen coagulirt es nicht, verliert aber, wie andere Fermente, seine Wirksamkeit.

In sehr verdünnter, mit Salzsäure schwach angesäuerter Lösung von Pepsin quellen die coagulirten Albuminkörper, Eiweiss, Fibrin und Casein, zuerst auf und lösen sich dann besonders leicht bei einer Temperatur von 30° bis 40°; 1 Thl. Pepsin in 60000 Thln. angesäuertem Wasser gelöst bewirkt in einigen Stunden die Lösung von coagulirtem Eiweiss. Aus diesem Grunde hat man das Pepsin als Arzneimittel benutzt, um die Verdauung der Proteinstoffe zu befördern. Die Erfolge sind im Ganzen wenig befriedigend, da das Pepsin ein unreiner sehr veränderlicher Körper ist, daher seine Wirkung ungleich und unsicher sein muss.

¹⁾ Lehmann: Handbuch der phys. Chem., 2. Aufl., S. 188. Meissner; Zeitschrift f. rat. Med., (3.), Bd. 7, S. 1; Bd. 8, S. 280. — ²⁾ Brücke: Zeitschr. f. analyt. Chem. Bd. I, S. 257.

Peptone.

Die aus den Albuminsubstanzen durch Einwirkung der Verdauungsflüssigkeit entstandenen leicht löslichen Körper.

Zur Darstellung der Peptone werden Albuminsubstanzen mit künstlicher Verdauungsflüssigkeit (einem mit etwas Salzsäure angesäuerten Auszug der Magenschleimhaut vom Schweine) bei 30° bis 40° digerirt, bis der grösste Theil der Substanz gelöst ist; nach dem Aufkochen und Filtriren wird die Flüssigkeit concentrirt, durch Zusatz von Alkohol Kalk-Pepton gefällt und daraus oder aus der Barytverbindung das reine Pepton abcheiden.

Pepton ist ein weisser amorpher Körper, der sich nahezu in jedem Verhältniss in Wasser löst, in Alkohol aber unlöslich ist; die wässrige Lösung lenkt den polarisirten Lichtstrahl links ab, ist sauer; sie gerinnt nicht beim Kochen; die Lösung wird durch Säuren, Ferrocyankalium und die meisten Metallsalze nicht verändert, durch Gerbsäure, Quecksilberchlorid und Bleiessig aber gefällt.

Die Peptone verhalten sich wie schwache Säuren; sie verbinden sich mit Basen und bilden mit den Alkalien und Erdalkalien in Wasser leicht lösliche, durch Alkohol fällbare Salze.

Als Peptone werden offenbar verschiedene Producte bezeichnet, die in gewissen Eigenschaften übereinkommen, die aber offenbar nach dem Material, aus welchem sie entstanden, und dem Grad der Verdauung verschieden sein müssen. Ihre Zusammensetzung ist daher unzweifelhaft wechselnd; sie sollen noch Schwefel enthalten.

Man hat neben Pepton auch Parapepton, Metapepton und Dyspepton unterschieden. Die Parapeptone sind in reinem Wasser wenig löslich, sie lösen sich bei Gegenwart von etwas Säure, durch Zusatz von etwas Alkali werden sie wieder gefällt. Metapeptone sind in reinem Wasser schwer löslich, bei Zusatz von wenig Säure scheiden sie sich in Flocken ab, die sich in etwas mehr Säure lösen, bei weiterm vorsichtigen Zusatz von Mineralsäure aber wieder gefällt werden. Dyspepton, ein bei der Verdauung von Casein entstehender fetthaltender Körper, ist in Wasser unlöslich und löst sich schwer in verdünnten Säuren.

Protsäure¹⁾,

eine in der Fleischflüssigkeit der Fische (bei Plötzen *Leuciscus rutilus*), nicht im Fleisch warmblütiger Thiere enthaltene Säure, in ihrer Zusammensetzung den Albuminkörpern sich anschliessend. Die Protsäure ist im trocknen Zustande eine gelbliche, spröde, amorphe Masse, auch in kochendem Wasser schwer löslich; die wässrige Lösung wird beim Eintrocknen

¹⁾ Limpricht: Annal. d. Chem. u. Pharm., Bd. 127, S. 185.

gallertartig. Die Säure wird dargestellt durch Auswaschen des Fischfleisches mit kaltem Wasser, Aufkochen, um Eiweiss abzuschneiden, Fällen des Filtrats mit Barytwasser und Eindampfen der vom Niederschlag abfiltrirten Lösung; nach Trennung des Kreatins und vorsichtiger Neutralisation mit Säure bildet sich ein flockiger Niederschlag von Protsäure. Die Säure ist leicht löslich in verdünnter Salzsäure, Schwefelsäure und in Essigsäure, welche letztere Lösung durch Blutlaugensalz nicht gefällt wird. Beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure bildet sich viel Leucin.

Ptyalin.

Ein im Speichel enthaltenes Ferment, welches sich durch die Fähigkeit auszeichnet, Amylum in Dextrin oder Zucker umzuwandeln; es wirkt aber auch auf andere Körper zersetzend; so bewirkt es das Zerfallen des Salicins und anderer Glucoside und bewirkt auch die Lösung von Albuminstoffen. Es findet sich im Speichel an Alkali gebunden; man erhält es durch Ausziehen des eingedampften Speichels mit Alkohol und Aether, es bleibt als eine in Wasser schwer lösliche, bei Zusatz von Alkali leichter sich lösende Masse, die durch Säuren getrübt, durch viele Metallsalze gefällt wird.

Das sogenannte Ptyalin ist ein Gemenge verschiedener Stoffe; nach Covacs ist es ein schwefelhaltender Eiweisskörper ¹⁾.

Schleimstoff.

Mucin. Ein schwefelfreier, stickstoffhaltender Körper, der sich namentlich im Secrete der Schleimhäute, dem thierischen Schleim, findet und in den mit Schleimhäuten ausgekleideten Cysten und in der Ranulaflüssigkeit.

Mucin ist eine graue oder weissliche Masse, die in Wasser aufquillt und eine zähe, fadenziehende Flüssigkeit bildet; die Gegenwart von Alkalisalzen wie von Chlornatrium befördert das Aufquellen; solche Lösungen schäumen meistens stark. Durch Alkohol, Mineralsäure und auch durch Essigsäure wird das Mucin aus der wässerigen Flüssigkeit als flockiger Niederschlag abgeschieden, der sich auch in überschüssiger Essigsäure nicht löst. Es löst sich leicht in verdünnten Alkalien oder Erdalkalien.

Die wässrige Lösung des Schleimstoffs gerinnt nicht beim Kochen; die neutrale oder schwach alkalische Lösung wird durch die Salze von Blei, Silber, Kupfer, Quecksilber und Eisen auch durch Gerbsäure nicht gefällt; die schwach alkalische Lösung wird aber durch basisch-essigsaures Blei niedergeschlagen.

Durch fortgesetztes Kochen mit verdünnten Mineralsäuren wird Mu-

¹⁾ Lehmann: Phys. Chem., Bd. II, S. 13. Covacs: Journ. de pharm. [3] Bd. 42, S. 92.

ein zersetzt, es bildet sich ein löslicher Albuminkörper und etwas Glucosid nach Eichwald, Tyrosin und Leucin nach Städeler. Durch Kochen mit Kalkwasser bildet sich ein sehr leicht löslicher Körper, Schleimpepton von Eichwald.

Mucin kann aus den Speicheldrüsen, nachdem sie mit Glaspulver oder Sand zerrieben sind, durch Ausziehen mit Wasser und Fällern mit Essigsäure, erhalten werden. Aus der mit Sand zerriebenen Weinbergsschnecke wird Schleimstoff durch Kochen mit Wasser und Fällern des Filtrats mit Essigsäure erhalten; der Niederschlag wird durch Auflösen in Kalkwasser und Fällern mit überschüssiger Essigsäure gereinigt.

Pyin, Pyocyanin, Pyoxanthin.

Pyin. Ein in manchem Eiter enthaltener Körper, der sich auch in dem in Wasser löslichen Theile vieler Geschwülste findet. Die wässrige Lösung wird durch Kochen nicht coagulirt. Es wird durch Alkohol, Alaunlösung oder Ferrocyankalium gefällt, eben so durch Essigsäure, die es auch im Ueberschuss nicht löst. Pyin, so wie es bis jetzt untersucht ward, ist auch wohl ein Gemenge verschiedener Stoffe.

Pyocyanin. Mancher Eiter färbt die Verbandstücke blau; der blaue Farbstoff das Pyocyanin lässt sich durch wässrigen Weingeist entziehen; durch Abdampfen, Ausziehen des Rückstandes mit Chloroform und Behandeln der Chloroformlösung mit verdünnter Schwefelsäure wird eine rothe Lösung erhalten, aus welcher durch Behandeln mit kohlensaurem Baryt, Schütteln mit Chloroform und Verdampfen das Pyocyanin in blauen Prismen sich abscheidet; durch Aether wird zuweilen ein gelber Farbstoff das Pyoxanthin entzogen.

Das Pyocyanin löst sich leicht in Wasser, Alkohol und Chloroform, weniger leicht in Aether, in Säure löst es sich mit rother Farbe, Alkalien machen die Flüssigkeit wieder blau.

Pyoxanthin, Pyoxanthose, ein in gelben Nadeln krystallisirender Körper, der sich leichter in Alkohol, Aether, Chloroform und Benzol löst, als in Wasser; Säuren färben die Lösung roth, Alkalien violett.

Leimgebende Stoffe und Leim.

Als Leim, Gallerte oder thierische Gallerte bezeichnen wir einzelne thierische Substanzen, welche in kaltem Wasser aufquellen, in kochendem Wasser sich lösen und eine Lösung geben, welche beim Er-

¹) Scherer: *Annal. d. Chem. u. Pharm.*, Bd. 57, S. 196. Städeler: *Annal. d. Chem. u. Pharm.*, Bd. 111, S. 12. Eichwald: *Ebendas.* Bd. 134, S. 177. Nach Scherer soll Mucin 52,2 Kohlenstoff, 7,0 Wasserstoff, 12,6 Stickstoff und 28,2 Sauerstoff enthalten; nach Eichwald 49,9 Kohlenstoff, 6,8 Wasserstoff, 8,5 Stickstoff und 34,8 Sauerstoff. — ²) Fordos: *Chem. Centrbl.* 1860, S. 772; 1863, S. 964. Lücke: *Ebendas.* S. 965.

kalten gallertartig erstarrt oder gelatinisirt. Leim findet sich im thierischen Körper nicht fertig gebildet oder nur in vereinzeltten Fällen in Folge krankhafter Umänderungen; er bildet sich aber leicht bei fortgesetztem Kochen der sogenannten leimgebenden Gewebe mit Wasser; zu diesen Geweben gehören namentlich: die fibrösen und serösen Häute, das Bindegewebe, die Lederhaut, die Ringsfaserhaut der Venen und Lymphgefäße, Knorpel, Knochensubstanz, Sehnen u. s. w. Diese Gewebe lösen sich bei fortgesetztem Kochen mit Wasser langsam in dem Maasse auf, wie sie sich in Leim umsetzen, während fremde Substanzen wie auch das elastische Gewebe ungelöst zurückbleiben.

Die leimgebenden Gewebe, welche organisirt im Thierkörper vorkommen, sind, wie es scheint, Producte der Umwandlung der Proteïnsubstanzen im thierischen Organismus, sie nähern sich in ihrer Zusammensetzung den Eiweisskörpern; bei der Zersetzung des Leims treten häufig ähnliche Producte auf, wie bei der Zersetzung der Albuminkörper, was für ihre Verwandtschaft spricht. Der Unterschied in der Zusammensetzung und dass sie durch Salpetersäure oder Ferrocyanium nicht gefällt werden, unterscheidet sie von den Albuminkörpern. Sie sind besonders fäulnissfähig, bei der trocknen Destillation hinterlassen sie Kohle (Knochenkohle), die zum Entfärben benutzt wird.

Die Löslichkeit des Leims, die Bildung von Gallerte, das Polarisationsvermögen der Lösung nach links, die Unlöslichkeit in Alkohol, die leichte Fäulniss, die Verbindung mit Gerbsäure und mehrere andere Eigenschaften kommen allem Leim zu; doch sind nach verschiedenen anderen Reactionen, sowie nach der Zusammensetzung zwei verschiedene Arten des Leims zu unterscheiden, das Glutin oder der Knochenleim, und das Chondrin oder der Knorpelleim. Es ist nicht gelungen, Glutin in Chondrin umzuwandeln oder umgekehrt. Es ist wahrscheinlich, dass es noch verschiedene Arten von Leim giebt, die sich in einzelnen Eigenschaften von einander unterscheiden, so dass es sich hier, wie bei den Eiweisskörpern, um Gruppen ähnlicher Körper handelt.

Der Leim enthält Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Schwefel (s. unten); er zeigt noch die gleichen Bestandtheile und die gleiche quantitative Zusammensetzung wie die leimgebenden Gewebe, aus denen er entstand; diese erleiden bei der Umwandlung keine bemerkbare Gewichtsveränderung, so dass hier keine Zersetzung, sondern wahrscheinlich nur eine moleculare Umwandlung stattgefunden hat; wenn nicht vielleicht gleichzeitig dabei die Elemente des Wassers aufgenommen wurden. Die Constitution des Leims ist unbekannt; der empirischen Formel nach lässt er sich als die Elemente von Kohlenhydrat + Ammoniak — Wasser enthaltend betrachten.

Leim macht zuweilen einen Bestandtheil unserer Nahrungsmittel aus und wird diesen vielfach zugesetzt (Gallerte); nach dem jetzigen Zustande der Wissenschaft ist es sehr zweifelhaft, dass Leimstoffe im Thierkörper zur Bildung von Proteïnstoffen beitragen; ob Leim aber zur Bil-

dung von leimgebenden Geweben dienen kann, ist nicht ermittelt; bestimmt können aber Leimsubstanzen nicht die Proteinsubstanzen bei Ernährung der Thierkörper ersetzen.

Knochenleim.

Glutin. Knochengallerte. Gelatine. Der durch Kochen von Knochenknorpel, Sehnen, Bindegeweben, von thierischer Haut, Kalbsfüßen, Fischblasen und Fischschuppen u. s. w. erhaltene Leim. Ein im leukämischen Blut aufgefundener Stoff ist dem Glutin sehr ähnlich, vielleicht damit identisch.

Der Leim enthält im Mittel nach verschiedenen Analysen: Kohlenstoff 49,3; Wasserstoff 6,6; Stickstoff 18,3; Sauerstoff 35,3; Schwefel 0,5. Leim hat daher die gleiche Zusammensetzung wie Hausenblase und Sehnen, aus denen es dargestellt wird. Die Zusammensetzung des Leims lässt sich, wenn man den Schwefelgehalt nicht berücksichtigt, annähernd durch die Formeln $C_{96}H_{82}N_{15}O_{36}$ oder $C_{12}H_{10}N_2O_5$ ausdrücken.

Der Leim bildet sich aus den leimgebenden Geweben (Collagen) ohne Veränderung der Zusammensetzung; 100 Thle. reiner Hausenblase geben 100 Thle. reinen Leim; nach anderen Angaben soll das leimgebende Gewebe etwas Wasser aufnehmen, um Leim zu bilden.

Der reine Knochenleim ist farblos, glasartig durchsichtig, geruch- und geschmacklos und spröde. Er quillt in kaltem Wasser stark auf und verliert an Durchsichtigkeit; beim Erhitzen mit Wasser löst er sich leicht zu einer Flüssigkeit, welche beim Erkalten gallertartig erstarrt; 1 Thl. Leim giebt mit 100 Thln. Wasser eine beim Erkalten gelatinisierende Flüssigkeit, deren Consistenz jedoch nach dem Rohmaterial, aus welchem der Leim dargestellt wird, sich verschieden zeigt. Durch länger anhaltendes Kochen der Lösung verliert sie die Eigenschaft, beim Erkalten zu gelatinisiren, sowie auch durch Zusatz von concentrirter Essigsäure, welcher den Leim leichter löst; verdünnte Mineralsäuren und Alkalien verhindern das Gelatinisiren nicht. Aether und Alkohol lösen den Knochenleim nicht; letzterer fällt ihn aus der wässrigen Lösung als eine zusammenhängende elastische Masse. Die Leimlösung polarisirt links; beim Erwärmen nimmt das Drehungsvermögen ab: bei 25° ist es -130° , bei 40° -123° . Auch durch Zusatz von Natronlauge oder von Säuren wird das Drehungsvermögen schwächer.

Der Leim schmilzt beim Erhitzen und zersetzt sich bei höherer Temperatur; hinreichend erhitzt zeigt sich der Geruch nach verbranntem Horn. Bei der trocknen Destillation bilden sich in reichlicher Menge ammoniakalische Producte, Schwefel- und Cyanverbindungen und kohlen-saures Salz, Ammoniak, Methylamin, Trimethylamin, Aethylamin, Butylamin, Amylamin, die Basen der Picolinreihe, Picolin, Pyridin, Lutidin, Parvolin und das ähnliche Pyrrhol. Im feuchten Zustande geht der Leim an der Luft sehr leicht in Fäulniss über; es bilden sich hierbei ähn-

liche Producte wie bei Fäulniss der Proteïnsubstanzen; Zusatz von Essigsäure verhindert die Fäulniss von Leim, ohne seiner Klebkraft Eintrag zu thun. Ozon zerstört den Leim in schwach alkalischer Lösung bald; die so veränderte Lösung gelatinisirt beim Erkalten nicht mehr. Wird Chlorgas in eine Leimlösung geleitet, so scheidet sich ein weisser fester Körper theils in Flocken, theils als durchsichtige gallertartige Masse ab; dieser Körper enthält Chlor (nach Mulder chlorige Säure, verbunden mit Glutin); er zersetzt sich im feuchten Zustande bei 100°. Brom und Jod wirken ähnlich wie Chlor.

Leim löst sich unter Zersetzung in concentrirter Schwefelsäure; wird die Flüssigkeit nach Zusatz von Wasser gekocht, so bildet sich ausser einigen unkrystallisirbaren nicht näher gekannten Körpern besonders Leucin und Glycin, welches letztere auch als „Leimsüss“ oder „Leimzucker“ „Glycocol“ bezeichnet ist. Aehnliche Producte bilden sich beim Kochen mit anderen Säuren, oder mit verdünnten Alkalien. Beim Erhitzen mit Braunstein und Schwefelsäure, oder mit chromsaurem Kali und Schwefelsäure werden ähnliche Producte wie bei Zersetzung der Eiweisskörper erhalten: Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure, Capronsäure, Benzoësäure, Collinsäure (s. S. 453) und die Aldehyde: Aldehyd, Butyral und Benzoylwasserstoff, ausserdem Cyanwasserstoff, Valeronitril und Valeracetonitril und ein schweres, nach Zimmt riechendes Oel. Durch Einwirkung von chromsaurem Kali im Licht wird Leim unlöslich in Wasser, im Dunkeln findet diese Einwirkung nicht statt; hierauf beruht die Darstellung von Lichtbildern auf mit Leim und saurem chromsaurem Kali präparirten Flächen; nach der Einwirkung des Lichts löst Wasser den Leim nur an den nicht belichteten Stellen. Salpetersäure zersetzt das Glutin beim Kochen, hauptsächlich Oxalsäure und Zuckersäure bildend.

Manche Salze, Kochsalz, Salmiak, Salpeter u. a., sowie verdünnte Säuren verhindern das Gelatiniren einer Leimlösung. Alaunlösung fällt den Leim nicht; in einem Gemenge von Leim- und Alaunlösung bringt erst eine grössere Menge Kali, als zur Fällung des reinen Alauns nöthig wäre, einen Niederschlag hervor, der aus Leim und basisch-schwefelsaurer Thonerde besteht. Eisenoxydsalz verhält sich wie Thonerdesalz. Blei-, Kupfer- und Silbersalze, Ferro- und Ferridcyankalium fällen Leimlösung nicht; Quecksilberchlorid giebt damit einen Niederschlag. Gerbsäure erzeugt auch in verdünnten Leimlösungen einen flockigen oder käsigen Niederschlag, der sich bei Zusatz von etwas Säure oder Alaun leicht abscheidet und in Wasser fast ganz unlöslich ist. Wichtig ist die Thatsache, dass nicht nur der Leim, sondern schon die leimgebenden Gewebe sich mit Gerbsäure zu einer in Wasser unlöslichen, der Fäulniss nicht fähigen Verbindung dem Leder vereinigen, welches dann beim Kochen mit Wasser nicht mehr oder schwieriger Leim giebt.

Leim wird aus verschiedenen Materialien dargestellt und in sehr verschiedenem Grade der Reinheit nach Darstellung und Verwendung er-

halten; man wendet zur Leimfabrikation Abfälle von Pergament oder von thierischen Häuten, von Leder aller Art, Flechsen, Klauen, Sehnen, Knochen und sonst verschiedene thierische Stoffe an.

Der gewöhnliche Leim, Tischlerleim, wie er vielfach in den Gewerben Verwendung findet, wird aus Abschnitzeln von Thierhäuten, aus Flechsen, Sehnen u. s. w. dargestellt. Die Thierstoffe werden abgewaschen, um anhängende Unreinigkeiten zu entfernen, in dünner Kalkmilch macerirt und nach dem wiederholten Abwaschen längere Zeit mit Wasser gekocht, um das Bindegewebe in Leim umzuwandeln, wozu Kochen in verschlossenen Gefäßen bei etwas erhöhtem Druck zweckmässig ist; nachdem die Leimsubstanz gelöst ist, lässt man die Flüssigkeit durch Absetzen sich klären und die klare Lösung in hölzernen Formen erkalten; die steife Gallerte wird dann in Scheiben geschnitten, und auf Netzen an der Luft getrocknet.

Ein besserer Leim wird aus Pergamentabfällen und reineren Abfällen der Weissgerberei, von Handschuhleder u. s. w. erhalten.

Der Knochenleim, die Knochengallerte oder Gelatine, welche zuweilen in fast farblosen dünnen Tafeln im Handel vorkommt und namentlich auch zur Darstellung von Gallerte Anwendung findet, wird häufig aus reinen Knochen dargestellt, die zu dem Ende zuerst abgewaschen und zur Entfernung von Unreinigkeiten und Fett mit Wasser ausgekocht werden, worauf sie in der Kälte mit verdünnter Salzsäure von etwa 5° B. macerirt werden, um die Kalksalze zu lösen; das zurückbleibende Gewebe wird darnach durch Kochen mit Wasser in Leim verwandelt.

Statt das Fett durch Auskochen mit Wasser abzuschneiden, kann es auch durch Schwefelkohlenstoff entzogen werden. Um möglichst farblosen Leim zu erhalten, hat man das gekalkte und ausgewaschene Leimgut zuerst mit schwefliger Säure behandelt.

Aehnliche Gallerte, wie aus Knochen, ward früher besonders aus geraspelttem Hirschhorn (*Gelatina cornu cervi*) erhalten.

Die Hausenblase, *Ichtyocolla*, besteht aus der inneren fleischigen und gefäßreichen Haut der Schwimmblase des Hausen (*Accipenser Huso*) und verschiedener anderer Fische; die Schwimmblase wird nach dem Ausnehmen der Länge nach aufgeschnitten, durch Abwaschen mit Wasser gereinigt und ausgespannt in der Sonne getrocknet. Die Hausenblase, welche in verschiedener Form im Handel vorkommt, besonders als Ringel- oder Kringelhausenblase, löst sich beim längeren Kochen in Wasser und giebt den Fischleim. Die Hausenblase wird als Klebmittel bei Darstellung des sogenannten englischen Pflasters, sowie zur Darstellung von Glaskitt (s. S. 374) und zur Verfertigung des zum Durchzeichnen dienenden Glaspapiers benutzt.

Glutin oder Leim findet in verschiedener Form mannigfache Anwendung. Reine Gelatine dient zur Darstellung von Gallerten oder Gelées; die Hirschhorngallerte (*Gelatina cornu cervi*) fand früher namentlich häufig als Arzneimittel Anwendung. Leimlösung dient zum Klären von

gerbstoffhaltenden Flüssigkeiten, indem der sich ausscheidende gerbsaure Leim die fein suspendirten Unreinigkeiten einhüllt und mit sich reisst; zum Klären von Wein und Bier wird hauptsächlich gelöste Hausenblase verwendet. Zur Darstellung von reinen Gelatinefolien, wie sie, farblos oder durch verschiedene Farbstoffe verschieden gefärbt, zum Druck, zur Darstellung von künstlichen Blumen u. s. w. zur Anwendung kommt, wird reine Gelatine in concentrirter Lösung mit Zusatz von etwas Oxalsäure und etwas Weingeist geklärt. Durch Einlegen von Gelatinetafeln in eine Lösung von essigsaurer oder schwefelsaurer Thonerde erhält man sogenanntes künstliches Elfenbein.

Besonders bekannt ist die Anwendung von mehr oder weniger unreinem Glutin als Klebmittel als „Tischlerleim“; der Tischlerleim kommt in gelblichen bis dunkelbraun gefärbten Tafeln vor, dem zuweilen noch fremde Substanzen wie Zinkweiss, Bleiweiss, schwefelsaurem Blei u. a. zugesetzt sind.

Leim in Lösung mit arabischem Gummi und Zucker vermischt und verdampft giebt den Mundleim. Mit Zuckersyrup oder Glycerin vermischt bildet Leim eine elastische, nicht erhärtende Masse, welche zur Darstellung der Schwärzwalzen der Buchdrucker und zum Abformen benutzt wird ¹⁾.

Da feuchter Leim für sich bald fault, so lässt sich Leim auch in concentrirter wässriger Lösung nicht aufbewahren; man hat einen flüssigen haltbaren Leim aber durch Zusatz von verdünnter Säure erhalten, so aus 100 Thln. Leim, 100 Thln. Wasser und 6 Thln. Salpetersäure von 1,32 specif. Gewicht; oder durch Lösen von Leim in wässriger Essigsäure; Zusatz von wenig Alaun und Weingeist macht den flüssigen Leim noch haltbarer.

Der Leim findet sich auch in manchen unserer Nahrungsmittel, so in der Fleischsuppe, besonders beim Auskochen von Knochen, Kalbsfüßen u. dgl.; Leim ist aber kein eigentliches Nahrungsmittel, er kann die Proteinsubstanzen nicht ersetzen.

Chondrin.

Knorpelleim ²⁾. Diese zuerst von J. Müller vom Glutin unterschiedene Leimsubstanz findet sich nicht fertig im thierischen Körper, sondern bildet sich beim Kochen gewisser Gewebe (Chondrogen) mit Wasser in ganz analoger Weise wie Leim aus leimgebenden Geweben. Der Knorpelleim bildet sich beim Kochen der permanenten Knorpel mit Wasser, aber auch aus den Knochenkorpeln vor der Ossification, ehe sich

¹⁾ Vergl. Dingler's polyt. Journ. Bd. 187, S. 272. — ²⁾ J. Müller: Poggend. Annal. Bd. 38, S. 295. Mulder: Dessen phys. Chemie, Braunschweig 1844 bis 1851, S. 597 u. 609. Scheerer: Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 40, S. 49. Hoppe: Journ. f. prakt. Chemie, Bd. 56, S. 129.

Knochenerde darin abgelagert hat, und aus vielen krankhaften Geschwülsten.

Boedecker fand in einem Eiter eine wie Chondrin sich verhaltende Substanz.

Durch Kochen von Eiweiss mit Salzsäure bei abgehaltener Luft soll ein dem Chondrin ähnlicher Körper erhalten werden.

Das Chondrin enthält im Mittel 50,3 Kohlenstoff, 6,7 Wasserstoff, 14,5 Stickstoff, 28,1 Sauerstoff und 0,4 Schwefel; unterscheidet sich also von Glutin durch den merklich geringeren Stickstoffgehalt.

Chondrin bildet eine farblose oder schwach gefärbte, durchsichtige, hornartige Masse, es verhält sich in vielen Beziehungen wie Knochenleim, es quillt in kaltem Wasser auf und löst sich in kochendem Wasser, die Lösung gelatinisirt, wenn nicht zu verdünnt, beim Erkalten; in Aether und Alkohol ist es unlöslich; Alkohol scheidet es aus der wässrigen Lösung ab; wird es sehr lange mit Wasser gekocht, so bildet sich ein in Wasser, Alkohol und Aether unlöslicher, in wässrigen Alkalien löslicher, amorpher Körper.

Chondrin polarisirt links; in schwach alkalischer Lösung $= - 213^{\circ}$; auf Zusatz eines gleichen Volums Natronlauge ist das Drehungsvermögen $= - 552^{\circ}$, auf Zusatz eines gleichen Volums Wasser fällt es dann auf $- 281^{\circ}$.

Das Chondrin wird am leichtesten durch 24 stündiges Kochen von Rippen-, Kehlkopf- oder Gelenkknorpeln mit Wasser erhalten; Kochen bei erhöhtem Druck beschleunigt die Bildung von Chondrin. Durch Fällen mit Alkohol oder Trocknen und Behandeln mit Alkohol wird es gereinigt. Um die beigemengten Aschenbestandtheile, 4 bis 6 Proc., zu entfernen, wird es aus seiner wässrigen Lösung durch Essigsäure gefällt und nach dem Auswaschen in Wasser gelöst; das so gereinigte Chondrin, welches etwa noch 0,7 Aschenbestandtheile enthält, ist schwerer löslich in kochendem Wasser als vorher.

Da die Knochenknorpel nach der Ossification Glutin, vor derselben aber, sowie zuweilen in Folge krankhafter Veränderungen Chondrin geben, so muss hier also im Thierkörper die Umwandlung des einen Leimgewebes in das andere stattfinden.

Chlor, Brom und Jod wirken auf Chondrin wie auf Glutin.

Gegen manche Reagentien zeigt Chondrin ein vom Knochenleim verschiedenes Verhalten. Seine wässrige Lösung wird durch Essigsäure gefällt, überschüssige Säure löst den Niederschlag nicht; schon durch fortgesetztes Auswaschen mit Wasser wird aber alle Säure entfernt. Verdünnte Schwefelsäure und Salzsäure geben mit Chondrin Niederschläge, die sich schon in einem geringen Ueberschuss der Säure lösen. Alaun, Eisenoxydul- und -oxydsalze, Kupfer-, Blei-, Silber- und Quecksilberoxydulsalze fällen es; Quecksilberchlorid bringt nur eine schwache Trübung hervor. Bei Einwirkung concentrirter Schwefelsäure bildet es Leucin, aber kein Glycocoll. Beim Kochen mit verdünnter Salzsäure bildet Chon-

drin neben anderen nicht näher untersuchten Producten einen schwierig krystallisirbaren Zucker, die Chondroglucose, deren Drehungsvermögen, $[\alpha]_D = -45.5$, sich beim Erwärmen nicht merkbar ändert, die schwierig in Gährung geht und immer nur theilweise vergähet, wobei ein die alkalische Kupferlösung reducirender, aber nicht gährungsfähiger Zucker zurückbleibt, welche also ein ähnliches Verhalten wie Melitose zeigt. Chondroglucose giebt mit Kalk keine schwer lösliche Verbindung ¹⁾.

Beim Kochen von Chondrin mit starker Kalilauge oder beim Schmelzen mit Kalihydrat bilden sich Glycocoll und Leucin, aber kein Tyrosin. Beim Kochen mit kaustischem Baryt entsteht kein Glycocoll.

Bei der Fäulniss oder der trocknen Destillation von Chondrin, sowie bei Behandlung mit Braunstein und Schwefelsäure bilden sich dieselben Producte wie bei Zersetzung von Knochenleim; bei der Destillation mit Chromsäure soll sich viel Blausäure, aber weder Ameisensäure noch Essigsäure bilden. Unter den flüchtigen hier bei der Oxydation entstehenden Producten findet sich eine der Benzoesäure nahestehende, vielleicht ihr homologe Säure, die Collinsäure, welche bis jetzt nur als Oxydationsproduct von Leim oder Eiweisssubstanzen mittelst Chromsäure erhalten und von Fröhde ²⁾ entdeckt wurde. Ihre Zusammensetzung ist $= C_{12}H_4O_4$.

Die Collinsäure ist eine in weissen Prismen krystallisirende Säure, welche sich wenig in kochendem Wasser, leicht in Aether löst; mit Wasser erhitzt schmilzt sie bei 97° , trocken erhitzt etwas über 100° , stärker erhitzt sublimirt sie.

Die Collinsäure wird erhalten, indem man das saure Destillat aus Leim oder Proteinkörpern mit Chromsäure, nach der Neutralisation mit kohlensaurem Natron zur Entfernung der flüchtigen nicht sauren Körper abdampft und die dabei eingetrocknete Masse mit Schwefelsäure zersetzt; wird der Rückstand mit wenig Wasser zum Sieden erhitzt, so schmilzt die Collinsäure zu einer röthlichen Masse zusammen, welche nach dem Abwaschen durch Umkrystallisiren gereinigt wird.

Die Collinsäure ist eine starke Säure; ihre Salze sind getrocknet: $MO \cdot C_{12}H_3O_3$. Die Alkalisalze sind in Wasser löslich. Das Barytsalz, $BaO \cdot C_{12}H_3O_3 + HO$, ist leicht löslich in Wasser und krystallisirbar. Das Silbersalz, $AgO \cdot C_{12}H_3O_3$, krystallisirt beim Verdampfen der Lösung in Schuppen. Ein basisches Silbersalz ist $= 2 AgO \cdot C_{12}H_3O_3$.

Anhang zu den leimgebenden Stoffen.

S e i d e.

Die rohe Seide, das Gespinnst des Seidenwurms, ist der Hauptsache nach ein Gemenge von Fibroïn und Sericin, gemengt mit etwas Farbstoff und

¹⁾ Fischer u. Boedecker: Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 117, S. 111. De Bary: Jahresber. 1866, S. 715. — ²⁾ Fröhde: Journ. f. prakt. Chem. Bd. 80, S. 344.

Fett; es enthält eiweissartige Substanzen jedenfalls nicht in wesentlicher Menge. Die im Schlauch des Seidenwurms unmittelbar vor der Verpuppung enthaltene, rasch zu einer weissen elastischen Masse erstarrende Seidensubstanz scheint im Wesentlichen nur aus Fibroïn zu bestehen, welches vielleicht erst beim Einspinnen des Thieres in zwei sehr feinen Fäden austretend sich an der Luft oberflächlich oxydirt und dadurch theilweise in Sericin übergeht. Die Seide wird durch längeres Kochen mit Wasser zerlegt, indem sich Sericin löst, Fibroïn aber zurückbleibt. Seide löst sich leicht in wässriger Kalilauge, sie löst sich in einer concentrirten Lösung von basischem Chlorzink von 1,71 specif. Gewicht, welche durch Erhitzen von Chlorzink mit Zinkoxyd erhalten wird, und in Nickeloxydul-Ammoniak, wie auch in Kupferoxyd-Ammoniak; sie löst sich in letzterer Flüssigkeit aber weniger reichlich, und langsamer als Baumwolle.

Fibroïn. Seidenfaserstoff. Seidenfibrin, $C_{30}H_{23}N_5O_{12}$ nach Städeler¹⁾ und Cramer. Der unlösliche Bestandtheil der Seide, wahrscheinlich auch der sogenannten Herbstfäden und vielleicht der Spinnengewebe. Es bleibt bei längerem Kochen von Rohseide mit Wasser im Papin'schen Topf zurück, etwa $\frac{2}{3}$ des Gewichts der Seide betragend; nach dem Trocknen wird es durch Behandeln mit Alkohol und Aether von Fett und anderen fremden Beimengungen gereinigt. Oder man behandelt die Rohseide mit kalter Natronlauge, und den abgewaschenen farblosen Rückstand mit verdünnter Salzsäure; der unlösliche Rückstand ist dann Fibroïn.

Das Fibroïn hat noch die Form der Fäden, es ist weiss, glänzend, geruch- und geschmacklos; es lässt sich leicht zerreißen, aber nicht zerreiben; es ist in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich, auch in Ammoniak und verdünnten Alkalien löst es sich nicht; in concentrirter Essigsäure ist es wenig löslich. Es löst sich in concentrirter Kalilauge, in Kupferoxyd-Ammoniak, in Nickeloxydul-Ammoniak, in basischem Chlorzink und in concentrirter Schwefelsäure, Salzsäure oder Salpetersäure; aus den alkalischen oder sauren Lösungen scheidet es sich bei dem Neutralisiren wieder unzersetzt ab. Eigenthümlich ist es, dass es hierbei meist sich fadenförmig zeigt. Beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure wird Fibroïn zersetzt, es bildet sich Tyrosin, Leucin und Glycocoll, und zwar das erstere in viel geringerer Menge als die beiden letzten Körper.

Spongine²⁾. Die Gewebssubstanz des Badeschwamms ist dem Fibroïn der Seide sehr ähnlich, sie zeigt im Wesentlichen das gleiche Verhalten; beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure soll sich aber nur Glycocoll und Leucin, kein Tyrosin bilden.

¹⁾ Mulder: Poggend. Annal. Bd. 37, S. 594. Städeler: Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 111, S. 12. Cramer: Chem. Centralbl. 1866, S. 1. Bolley: Journ. f. prakt. Chemie Bd. 93, S. 347. Persoz: Chem. Centralbl. 1863, S. 165. Schlossberger: Annal. d. Chem. u. Pharm., Bd. 107, S. 20; Bd. 110, S. 244. Ozanam: Dingl. polyt. Journ. Bd. 167, S. 399. — ²⁾ Städeler: Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 111, S. 17.

Sericin. Seidenleim, $C_{30}H_{25}N_5O_{16}$ (Städeler und Cramer ¹⁾). Es kann sich nach der Formel aus dem Fibroin durch Aufnahme von Sauerstoff und Wasser gebildet haben. Der Seidenleim wird durch Auskochen von Seide mit Wasser und Fällen der abgepressten Flüssigkeit mit Bleiessig abgeschieden; der in Wasser vertheilte Niederschlag wird durch Schwefelwasserstoff zersetzt und aus dem Filtrat der Leim durch Alkohol gefällt. Nach dem Trocknen und Ausziehen mit Alkohol und Aether ist es ein farb-, geruch- und geschmackloses Pulver, welches in kaltem Wasser stark aufquillt und sich in heissem Wasser leichter löst als gewöhnlicher Leim; eine Lösung von 1 Thl. Sericin in etwas mehr als 100 Thln. Wasser gelatinirt noch beim Erkalten; nach anhaltendem Kochen der Lösung für sich, sowie nach Zusatz von Essigsäure oder Alkali gelatinisirt sie nicht mehr. Die Lösung von Sericin wird durch Gerbsäure, sowie durch Alaun und die meisten Metallsalze gefällt. Beim Kochen mit wässriger Schwefelsäure (1 Vol. Säurehydrat 4 Vol. Wasser) bildet sich kein Glycocoll, wenig Leucin, hauptsächlich Tyrosin und

Serin ²⁾. Dieser dem Alanin nahestehende Körper hat die Zusammensetzung $C_6H_7NO_6$. Um es darzustellen, wird eine Lösung von unreinem Seidenleim in etwa 10 bis 12 Thln. Wasser mit $\frac{1}{4}$ ihres Volums Schwefelsäure gemengt, 24 Stunden im Sieden erhalten, und darnach mit Kalk übersättigt. Beim Abdampfen des Filtrats nach dem Neutralisiren mit Schwefelsäure krystallisirt zuerst Tyrosin und Gyps, dann unreines Serin, welches durch Umkrystallisiren aus Wasser gereinigt wird. Es bildet farblose, monoklinometrische, harte und spröde, süßlich schmeckende Krystalle, die sich bei 10^0 in 32 Thln., reichlicher in siedendem Wasser lösen, in Alkohol und Aether unlöslich sind. Die wässrige Lösung ist neutral.

Serin verbindet sich mit Basen zu löslichen krystallinischen Verbindungen; das Serin-Kupferoxyd, $CuO \cdot C_6H_6NO_5$, bildet in Wasser mit tiefblauer Farbe lösliche Krystalle. Mit Chlorwasserstoff, Salpetersäure und Schwefelsäure bildet Serin krystallisirbare Verbindungen; das salzsaure Serin, $C_6H_7NO_6 \cdot HCl$, bildet farblose, in Wasser leicht, in Alkohol wenig lösliche Nadeln; das salpetersaure Serin, $C_6H_7NO_6 \cdot NHO_6$, wird in mikroskopischen Nadeln erhalten.

Durch Zersetzung von Serin in wässriger Lösung mit salpetriger Säure zerfällt es unter Bildung von Glycerinsäure, $C_6H_6O_8$.

Hornstoff.

In den verschiedenen als Horngewebe bezeichneten organisirten Bestandtheilen des Thierkörpers wurde früher ein gemeinschaftlicher organischer Bestandtheil, Hornstoff oder Keratin angenommen. Dieser Körper ist aber noch nicht rein dargestellt und überhaupt die chemische

¹⁾ Cramer: Chem. Centralblatt 1866, S. 2. — ²⁾ Ebendas. S. 3.

Untersuchung desselben sehr mangelhaft. Das Horngewebe entsteht aus kernhaltenden Zellen oder Bläschen, welche später in kernlose Schüppchen oder Blättchen übergehen. Es gehören hierher die Hörner der Wiederkäuer und verschiedene Gebilde, die in der histologischen Structur wie in chemischer Beziehung Aehnlichkeit zeigen: Hufe und Klauen, Haare, Wolle, Epidermis, Epithelium, Nägel, Federn und Schildpatt. Der Zusammensetzung nach sind diese Körper sich ähnlich, sie zeichnen sich vor den Proteinkörpern durch geringeren Gehalt an Kohlenstoff und einen bedeutend grösseren Gehalt an Schwefel aus.

	Epithelium.	Epidermis.	Nägel. Hufe.	Horn.	Haare.
Kohlenstoff . . .	51,5	50,3	51,0	51,0	50,6
Wasserstoff . . .	7,0	6,7	6,9	6,8	6,3
Stickstoff	16,6	17,2	17,5	16,2	17,1
Sauerstoff	22,3	25,0	21,7	22,5	20,6
Schwefel	2,5	0,7	2,8	3,4	5,0

	Wolle.	Federn.	Fischleber.	Schildpatt.
Kohlenstoff	49,8	52,4	54,8	54,9
Wasserstoff	7,0	6,9	6,8	6,5
Stickstoff	17,7	17,7	15,7	16,8
Sauerstoff	—	—	21,9	19,5
Schwefel	—	—	3,6	2,2

Diese Körper sind in Wasser, in Alkohol und Aether unlöslich, durch Einweichen in kaltem oder warmem Wasser werden sie wohl aufgelockert, ohne sich aber zu lösen; Horn zeigt beim Kochen mit Wasser den Geruch nach Schwefelwasserstoff; durch längeres Kochen unter mehrfachem Druck löst es sich zum Theil; bei achtfachem Atmosphärendruck geht es fast ganz in Lösung; diese gelatinisirt nicht beim Erkalten, sie riecht nach Schwefelwasserstoff und wird durch Chlor und concentrirte Säuren sowie durch Gerbsäure und Bleiessig gefällt.

In Alkalien, besonders in concentrirter Lauge, löst das Horngewebe sich meist leicht auf, beim Erhitzen unter Entwicklung von Ammoniak; die alkalische Lösung giebt mit Säure neutralisirt unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff einen amorphen Niederschlag. Beim Kochen mit Schwefelsäure geben diese Gewebe viel Leucin und Tyrosin. Concentrirte Essigsäure wirkt auf Hornsubstanz meist langsam ein, manches Horngewebe quillt darin gallertartig auf und löst sich langsam (Haar löst sich nicht); Salpetersäure färbt es gelb unter Bildung von Xanthoproteinsäure (?).

Die verschiedenen Hornsubstanzen enthalten etwa 1 Proc. der gewöhnlichen Aschenbestandtheile, Erdphosphate, schwefelsaure Salze und Spuren Eisen; die Asche von Haaren und Vogelfedern wie auch die Asche von Ochsen- und Rehklaue enthält auch Kieselerde.

E l a s t i n .

Die Grundlage des elastischen Gewebes, ein schwefelfreier Körper, der sich sonst der Zusammensetzung nach den Albuminkörpern anschliesst (55,2 Kohlenstoff, 7,3 Wasserstoff, 16,5 Stickstoff, 21,0 Sauerstoff). Elastin wird durch Auskochen von elastischem Gewebe mit Wasser, Alkohol, Aether, concentrirter Essigsäure und verdünnter Kalilauge erhalten; es wird durch abwechselnde Behandlung mit Wasser und mässig concentrirter Salzsäure gereinigt.

Elastin ist eine spröde, gelbe, faserige Masse, welche in Wasser aufquillt und elastisch wird, aber selbst bei fortgesetztem Kochen sich nicht in Wasser löst. Es löst sich in Kalilauge, die Lösung wird durch Säuren nicht gefällt, nur Gerbsäure giebt einen Niederschlag. Beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure bildet es Leucin.
