

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Grundriss der Chemie

Wöhler's Grundriss der organischen Chemie

Fittig, Rudolf

1874

Thier-Chemie

Thier-Chemie.

1. Das Blut.

Das Blut, so lange es in den Adern fließt, besteht aus einer klaren Flüssigkeit (Blutplasma) und zahlreichen, darin schwimmenden, nur unter dem Mikroskop erkennbaren, bei allen Wirbelthieren scheibenförmigen oder elliptischen Körperchen von gelblichrother Farbe, *Blutkörperchen* genannt. Das klare Blutplasma enthält als Hauptbestandtheile 3 aufgelöste Proteinstoffe: *Albumin* (Serum-Albumin), *fibrinogene* und *fibrinoplastische Substanz* (s. über diese S. 572 und 575).

Aus der Ader gelassen, gerinnt das Blut sehr bald, indem die fibrinogene und die fibrinoplastische Substanz sich mit einander zu unlöslichem *Fibrin* (S. 575) vereinigen, welches die Blutkörperchen einschließt und mit ihnen eine zusammenhängende, gelatinöse Masse, den Blutkuchen, bildet, von der sich bei der weiteren Zusammenziehung die übrigbleibende Lösung des Albumins als eine schwach gelbliche, fast klare, alkalisch reagirende Flüssigkeit, das Blutwasser (Serum), abscheidet. Worin die Ursache liegt, dass das Blut im lebenden Organismus flüssig bleibt, aber sobald es dem Einflusse des Lebens entzogen wird, gerinnt, ist bis jetzt noch nicht mit Sicherheit bekannt. Wir wissen nur, dass es die Wände der Blutgefäße sind, welche das Gerinnen im Organismus verhindern und dass die Gerinnung ausserhalb des Thierkörpers durch erhöhte Temperatur, durch starke Bewegung und durch

Zutritt von Sauerstoff beschleunigt, durch Sättigung mit Kohlensäure, durch Zusatz einer geringen Menge von freiem Kali oder Ammoniak, durch mehrere Alkalisalze und durch schwaches Ansäuern mit Essigsäure verzögert, und endlich durch Neutralisation des vorher angesäuerten Blutes mit Ammoniak oder besser dadurch, dass man das Blut direct aus der Ader in eine concentrirte Lösung von schwefelsaurem Natrium fließen lässt, vollständig verhindert werden kann. — Wird das Blutwasser bis zu 70° erhitzt, so gerinnt auch das darin aufgelöste Albumin und gesteht zu einer Gallerte.

Wenn das Blut, indem es aus der Ader fließt, geschlagen wird, so scheidet sich das Fibrin des Blutplasma's in faserigen Massen ab, welche durch zahlreiche eingeschlossene Blutkörperchen roth gefärbt sind. Durch lange fortgesetztes Waschen mit Wasser werden die Blutkörperchen aus dem Faserstoff-Coagulum entfernt. Die durch Schlagen von dem Faserstoff befreite Flüssigkeit ist demnach Serum, in welchem die Blutkörperchen mit unveränderter Form suspendirt bleiben. Vermöge der viscösen Beschaffenheit des Serums senken sich die Blutkörperchen nur sehr langsam. Erst nach Zusatz des 10fachen Volumens einer Mischung von 1 Vol. conc. Kochsalzlösung mit 9—10 Vol. Wasser und Stehenlassen bei 0° wird eine Trennung der Körperchen möglich. Sie senken sich dann, die darüber stehende Flüssigkeit kann abgossen und die Blutkörperchen mit Kochsalzlösung von derselben Concentration gewaschen werden.

Die rothen Blutkörperchen vom Menschen und den meisten Säugethieren enthalten einen eigenthümlichen Körper, *Hämatoglobulin* oder *Hämoglobin*, dazu kommen in denen der Vögel und mehrerer Säugethiere noch gewisse Mengen von Eiweisskörpern. Sie krystallisiren, wenn sie frei von Eiweisskörpern oder diese vorher entfernt sind, auf Wasserzusatz bei niedriger Temperatur bis auf einen geringen, in dem Wasser gelöst bleibenden Theil vollständig in rhombischen Krystallen und lassen sich durch Umkrystallisiren aus Wasser bei niedriger Temperatur unter Zusatz von etwas Alkohol rein er-

halten. Nach dem Trocknen über Schwefelsäure bei einer Temperatur unter 0° bilden sie dann ein hellziegelrothes, noch 3—4 pC. Wasser enthaltendes Pulver, dessen wässrige Lösung auf Zusatz von Alkohol beim Abkühlen wieder krystallisirt. Es ist namentlich bei Gegenwart von Wasser sehr leicht zersetzbar. Lässt man die wässrige Lösung des reinen Hämoglobins einige Zeit bei gewöhnlicher Temperatur stehen, oder trocknet man dasselbe bei einer Temperatur über 100° , so wird es schmutzibraun und zersetzt sich in einen braunen Farbstoff, zwei dem Fibrin und Albumin ähnliche Proteinstoffe und mehrere Säuren (Ameisensäure, Buttersäure).

Das durch eine wässrige stark verdünnte Lösung des Hämoglobins oder des Blutes hindurchgegangene Licht erzeugt ein Spectrum, welches zwei sehr charakteristische, im Gelb und Grün (zwischen den Fraunhoferschen Linien D und E) liegende Absorptionsstreifen zeigt. Erwärmt man das Blut nach Zusatz eines Tropfens Ammoniak auf 40 — 50° oder versetzt man es mit kleinen Mengen reducirender Substanzen, z. B. Schwefelammonium, weinsaures Zinnoxidul, oder Einfach-Schwefelnatrium, so verschwinden diese beiden Streifen und es tritt anstatt derselben ein einziger neuer auf, der etwas breiter und weniger scharf begrenzt ist und nahezu den Raum einnimmt, welcher in dem Spectrum der ursprünglichen Lösung zwischen den beiden Absorptionsstreifen liegt. Schüttelt man darauf das so behandelte Blut mit atmosphärischer Luft, so zeigt es sofort wieder die beiden anfänglichen Absorptionsstreifen.

Die merkwürdigste Eigenschaft des Hämoglobins ist die Fähigkeit desselben, sich mit Sauerstoff und anderen Gasen zu eigenthümlichen losen Verbindungen zu vereinigen, die ebenfalls krystallisiren und diese Gase sehr leicht, ja sogar schon im Vacuum wieder abgeben, ohne dadurch die Fähigkeit, sich mit den Gasen wieder zu vereinigen, einzubüßen. Das Sauerstoff enthaltende Hämoglobin ist hochroth, das sauerstofffreie dunkler. Hierauf beruht die verschiedene Färbung des arteriellen (von sauerstoffreichem Hämoglobin) und

des venösen Blutes (von sauerstoffarmem Hämoglobin) und das oben besprochene optische Verhalten. Nur das sauerstoffhaltige Hämoglobin (Oxyhämoglobin) giebt die beiden charakteristischen Absorptionsstreifen.

Das Hämoglobin zersetzt das Wasserstoffsperoxyd unter Entwicklung von Sauerstoff.

In Berührung mit Alkalien und Säuren spaltet sich das sauerstoffhaltige Hämoglobin in Proteinstoffe, geringe Mengen von Fettsäuren und einen nach dem Trocknen dunkelgraubraunen Farbstoff *Hämatin*, der 9pC. Eisen enthält und dessen Zusammensetzung vielleicht durch die Formel $C^{34}H^{34}FeN^{40}O^5$ ausgedrückt werden kann. Das sauerstofffreie Hämoglobin giebt einen andern sehr veränderlichen Farbstoff (Hämochromogen), welcher mit grosser Begierde Sauerstoff aufnimmt und in Hämatin übergeht. — Erwärmt man das reine Hämoglobin oder die Blutkörperchen oder auch das Blut selbst mit überschüssiger conc. Essigsäure unter Zusatz von Kochsalz oder anderen Chlorverbindungen, so bildet sich *Hämin*, welches in mikroskopischen, in Wasser, Alkohol und Aether unlöslichen, gut ausgebildeten rhombischen Tafeln von rothgelber Farbe krystallisirt, beim Behandeln mit Alkalien Chlorometalle und Hämatin liefert und demnach wahrscheinlich eine Verbindung von Hämatin mit Salzsäure ist. — Die Bildung dieser Häminkrystalle wird vorzugsweise zur Erkennung und Nachweisung von Blut benutzt.

Von diesen Blutfarbstoffen ganz verschieden ist das *Hämatoëdin*, welches als Zersetzungsproduct eines Blutbestandtheils, wahrscheinlich des Hämoglobins, sich vorzugsweise da findet, wo Blut ausserhalb der Gefässe längere Zeit stagnirte, in den Blutextravasaten geplatzter Graaf'scher Follikel, in Gehirnextravasaten, in Eiterhöhlen etc. Es lässt sich am leichtesten aus den gelben Körpern der Eierstöcke der Kuh gewinnen. Diese werden mit Glaspulver zerrieben, mehrere Tage mit Chloroform in Berührung gelassen, die abfiltrirte goldgelbe Lösung bei gewöhnlicher Temperatur verdunstet und der Rückstand zur Entfernung von Fett mit wenig Aether

behandelt. Es krystallisirt in kleinen, durchsichtigen Prismen von der Farbe der Chromsäure, ist unlöslich in Wasser und Alkohol, schwer löslich in Aether, leicht löslich in Chloroform mit goldgelber und in Schwefelkohlenstoff mit rother Farbe. Es gleicht in mancher Hinsicht dem Bilirubin (S. 567) und ist häufig mit diesem verwechselt worden, unterscheidet sich davon aber sehr wesentlich durch seine Unlöslichkeit in Alkalien. Wahrscheinlich identisch mit dem Hämatoïdin ist der gelbe Farbstoff des Eidotters.

Da in dem Blute während seines Umlaufes im Körper, bei seinem Durchgange durch die Capillargefässe und Secretions- und Excretions-Organen unaufhörlich Umsetzungen seiner Hauptbestandtheile stattfinden und da ihm beständig in Form von Chylus und Lymphe, die sich in dasselbe ergiessen, das bei der Verdauung aus der Nahrung vorbereitete oder erzeugte Material zur Bildung seiner Hauptbestandtheile neu zugeführt wird, so muss es, ausser diesen letzteren, noch viele andere Materien enthalten, deren Auffindung und Erkennung aber bis jetzt nur sehr unvollkommen gelungen ist.

Bei der mikroskopischen Betrachtung des Blutes sieht man ausser den gefärbten Blutkörperchen und sehr sparsamen kleineren Fetttröpfchen grössere kugelförmige Zellen (sogenannte farblose Blutkörperchen), welche den in der Lymphe und dem Chylus enthaltenen Körperchen völlig ähnlich sind. Auch bei der chemischen Analyse des Blutes, so schwierig und unvollkommen sie auch noch ist, findet man ausser seinen Hauptbestandtheilen noch verschiedene andere Materien.

Man findet darin verschiedene Arten von Fett, jedoch in geringer Menge, theils als Tröpfchen suspendirt, theils in seifeartiger Verbindung in Auflösung, und auch Cholesterin (S. 564).

Die Flüssigkeit, die nach der Coagulation des Blutserums durch Erhitzen übrig bleibt, hinterlässt nach dem Verdunsten eine gelbe, extractförmige Masse, bestehend aus einem Ge-

menge von organischen Materien und Salzen. Zu den ersteren gehört der Harnstoff und die Bernsteinsäure. Die letzteren sind hauptsächlich Chlornatrium und Salze von Natrium und Kalium mit fetten Säuren, Phosphorsäure und Schwefelsäure. Bei den Fleischfressern findet man vorzugsweise phosphorsaures, bei den Pflanzenfressern zugleich kohlen-saures Natrium.

1000 Gewichtstheile Blutkörperchen enthalten 688 Wasser und 312 feste Bestandtheile. Von letzteren sind 8—9 Gewichtstheile unorganische Salze, den Eisengehalt des Hämoglobins nicht mitgerechnet.

1000 Gewichtstheile Blutserum enthalten 903 Wasser und 97 feste Bestandtheile. Von letzteren sind 8,5 unorganische Salze.

In Krankheiten hat man manche Verschiedenheiten in der Zusammensetzung des Blutes gefunden; das Blut in acuten fieberhaften Entzündungen ist reicher an Faserstoff; in der Bleichsucht u. s. w. arm an Hämoglobulin und Blutkörperchen; bei gewissen Leberleiden reich an Fetten; im Diabetes enthält es Zucker, der übrigens auch, wiewohl nur in höchst kleiner Menge, im normalen Blut enthalten sein soll.

Das *Athmen*. Das dunklere venöse Blut wird durch die beiden grossen Stämme des Venensystems, die Hohladern, in das rechte Herz ergossen und aus diesem in die Lungen getrieben. Aus den letzteren kehrt es als hellrothes arterielles Blut in das linke Herz zurück, von wo es durch den Hauptpulsaderstamm, die Aorta, wieder in den ganzen Körper zurückgeführt wird. Die Lungen bestehen aus den feinen, blind und bläschenartig endenden Verzweigungen der Bronchien, auf deren Wänden sich höchst feine Blutgefäss-Netze verbreiten. Durch die feinen Wände dieser Luftzellchen kommt das venöse Blut mit der Lungenluft in mittelbarem Contact, an welche es Kohlensäure abgibt, während umgekehrt Sauerstoff in das Blut übergeht. Deshalb ist die ausgeathmete Luft reich an Kohlensäure (4,3 Volumprocente) und viel ärmer an Sauerstoff (15,5 Volumprocente). Das Stickgas der Atmosphäre erleidet beim Athmen keine nennenswerthe Veränderung. Die

auf die Körperwärme (36—37°) temperirte Ausathmungsluft ist mit Wassergas gesättigt, in Folge des regen Verdunstungsprocesses auf den feuchten Wandungen des gesammten Respirationsapparates.

Das arterielle Blut strömt den Organen und Geweben zu, wo es, durch die ausserordentlich feinen Wände der zahllosen Capillargefäße, Sauerstoff abgibt in die Gewebe und umgekehrt von letzteren, als den eigentlichen Stätten der Oxydationsprocesse, Kohlensäure aufnimmt, und dadurch wieder dunkeler und venös wird. Demnach findet man im Blute aller Theile des Körpers Kohlensäuregas und (in kleinerer Menge) Sauerstoffgas, nebst einer geringen, wenig variirenden Quantität Stickgas; im arteriellen aber mehr Sauerstoffgas, als im venösen (vergl. S. 581). Das venöse dagegen enthält relativ mehr Kohlensäuregas als das arterielle und dieser Kohlensäuregehalt beträgt ungefähr $\frac{1}{3}$ vom Volumen des Blutes.

Die bei jedem normalen Athemzug ausgeathmete Luftmenge beträgt beim Menschen im Mittel 500 Cubikcentimeter (12 Athemzüge in 1 Minute im Zustand der Körperruhe).

In 24 Stunden wird durch das Athmen abgegeben: ungefähr 320 Gramm Wassergas und 900 Gramm Kohlensäure. Im Jahr werden also ungefähr 180 Pfund Kohlenstoff in Form von Kohlensäure durch die Lungen aus dem Körper ausgeschieden.

Die in 24 Stunden beim Athmen consumirte Sauerstoffmenge beträgt ungefähr 750 Gramm, im Jahre also ungefähr 550 Pfund.

2. Der Chylus.

Der Chylus ist in den Chylusgefäßen der Därme während der Dünndarm-Verdauung enthalten, und wird durch den Ductus thoracicus in das Venenblut ergossen. Der Chylus besteht, wie das Blut, aus einem Plasma, das nach dem Entfernen aus dem Körper langsam gerinnt, und zahlreichen mikroskopischen Körperchen, den *Chyluskörperchen*, die den

farblosen Blutkörperchen vollkommen gleichen. Der Chylus der Fleischfresser enthält, besonders bei starker Fettnahrung, zahllose feine Fetttropfen, die ihm ein weissliches, milchartiges Ansehen geben. Der Chylus der Pflanzenfresser ist dagegen fast farblos. Das Coagulum des Chylus röthet sich öfters schwach an der Luft und enthält als coagulirten Bestandtheil Fibrin. Das davon abgeschiedene Serum reagirt schwach alkalisch und enthält, ausser den gewöhnlichen unbestimmten Thierstoffen und den Salzen, hauptsächlich Albumin und Fett.

3. Die Lymphe.

Die Lymphe in den fast in allen Organen und Geweben des Körpers vorkommenden feinen lymphatischen Gefässen ist eine klare, fast wasserhelle Flüssigkeit, welche mikroskopische farblose Zellen, die *Lymphkörperchen* enthält, die mit den Chyluskörperchen identisch sind. Sie enthält die fibrinbildenden Proteinstoffe und gerinnt deshalb langsam, wenn sie aus den Gefässen gelassen wird, zu einer klaren Gallerte, die die Lymphkörperchen einschliesst. Die vom Fibrin sich abscheidende Flüssigkeit enthält Albumin und die Salze des Blutes.

Im nüchternen Zustande ist auch in den Chylusgefässen des Darmes nur Lymphe enthalten, bei der Verdauung aber treten Albuminate, Fette etc. aus der Nahrung in diese ein und dadurch wird sie zu dem, was man Chylus nennt, der dann durch den Ductus thoracicus dem Blute zugeführt wird.

4. Der Speichel.

Der von den 3 Speicheldrüsenpaaren abgesonderte und bei dem Kauen oder sonst bei einem Reiz durch die Ausführungsgänge jener Drüsen in die Mundhöhle ergossene, mit dem Schleim derselben vermischte Speichel ist gewöhnlich schwach alkalisch. Er hinterlässt nach dem Eintrocknen un-

gefähr 1 Procent fester Bestandtheile. Sie bestehen aus Schleim, mehreren Salzen, Spuren von Albumin und einem besonderen, noch nicht isolirten und analysirten Stoff, dem *Speichelstoff* (Ptyalin), welcher in Wasser schwer löslich, in Alkohol unlöslich ist und dessen Lösung weder durch Kochen getrübt, noch durch Säuren oder Metallsalze gefällt wird. Er verwandelt Stärke sehr rasch in Dextrin und Zucker. — Der auffallendste Bestandtheil in jenem Rückstand ist eine kleine Menge von Sulfoeyankalium, die durch Alkohol ausgezogen werden kann.

Der aus dem Speichel sich absetzende sogenannte Weinstein der Zähne besteht aus Knochenerde, zusammengekittet durch die organischen Bestandtheile des Speichels. Die Speichelsteine der Pferde und der Esel bestehen hauptsächlich aus kohlenurem Calcium mit nur wenig phosphorsaurem.

5. Der Magensaft.

Der Magensaft, während der Verdauung von den kleinen Laabdrüsen der Schleimhaut des Magens abgesondert, ist eine stark saure farblose wässrige Flüssigkeit. Freie Salzsäure ist die Ursache der sauren Reaction. Sein Gehalt an festen Bestandtheilen beträgt kaum 1 Procent. Ausser unwesentlichen neutralen Alkalisalzen enthält der Magensaft eine organische Materie von noch unbekannter Natur, *Pepsin*, welche unter Mitwirkung der Salzsäure im Stande ist, die Eiweisskörper, sowie den Leim und die leimgebenden Gewebe der Nahrungsmittel in Verdauungsproducte umzuwandeln und dieselben tauglich zu machen, in das Blut überzugehen. Diese Umwandlung besteht sowohl in einer allmählichen Lösung von an sich unlöslichen Eiweisskörpern, wie z. B. coagulirtes Fibrin und Albumin, als in einer eigenthümlichen Veränderung der im gelösten Zustand in den Magen gebrachten, z. B. des flüssigen Eiweisses. Das Casein der Milch wird sogar durch den Magensaft zuerst gefällt und dann nachträglich wieder gelöst.

Statt des natürlichen Magensaftes kann man durch das wässrige Extract der Magenschleimhaut, unter Zusatz von Salzsäure (oder gewisser anderer Säuren), dieselben verdauenden Wirkungen erzielen. Das Endproduct der Verdauung ist ein amorpher, weisser, in Wasser löslicher Körper (Pepton). Durch Siedhitze und stärkeren Alkoholzusatz wird die Wirkung des Pepsins vernichtet.

Der schleimige, stets alkalisch reagirende und von den Drüsen der Darmschleimhaut gebildete *Darmsaft* hat nicht bloss die Eigenschaft, die Auflösung von Proteinstoffen zu bewirken, sondern auch Stärke in Zucker zu verwandeln, der bei längerem Aufenthalt im Darm in Milchsäure und Buttersäure sich umsetzen kann.

6. Die Galle.

Die Galle wird im Parenchym der Leber gebildet und sammelt sich ausserhalb der Verdauungszeit in der Gallenblase an. Während der Verdauung wird sie in den obersten Abschnitt des Darmcanals, den sogenannten Zwölffingerdarm ergossen.

Die Galle wirkt auf die Nährstoffe nicht chemisch umsetzend und kann deshalb nicht unter die eigentlichen Verdauungssäfte gerechnet werden.

Wird die zerschnittene frische Lebermasse mit Wasser extrahirt, so bekommt man eine beim Erhitzen coagulirende Lösung von Albumin, die ausserdem *Glycogen* (S. 224), *Harnstoff* (S. 251) und die anderen gewöhnlichen Bestandtheile thierischer Flüssigkeiten enthält. Im lebenden Zustande scheint die Leber keinen Zucker zu enthalten. Dieser bildet sich aber nach dem Tode rasch aus dem Glycogen.

Die *Galle* ist ein schleimiges, bei Fleischfressern gelblich-braunes, bei Pflanzenfressern grünliches, bitter schmeckendes und eigenthümlich riechendes Liquidum. Sie reagirt meist schwach alkalisch, nie sauer und enthält zwischen 10 und 14 pC. fester Bestandtheile, in Wasser aufgelöst.

Als charakterisirende Hauptbestandtheile enthält die Galle die Natrium- oder Kaliumsalze der *Glycocholsäure* und der *Taurocholsäure* (S. 561 u. 563). In der Ochsen-galle sind beide Säuren in ziemlich gleicher Menge enthalten, in der Menschen-galle schwankt das quantitative Verhältniss beider Säuren innerhalb sehr weiter Grenzen, in der Galle des Hundes und mehrerer anderer Thiere ist fast ausschliesslich Taurocholsäure enthalten. In der Galle des Schweines und der Gans sind eigenthümliche, der Glyco- und Taurocholsäure sehr nahestehende Säuren enthalten (s. S. 564). In den Gallen der Säugethiere sind diese Säuren als Natriumsalze enthalten, in den Gallen der Fische, zumal der Seefische, kommen aber auch die Kaliumsalze vor.

In kleinerer Menge enthält die Galle ausserdem *Cholesterin* (S. 564), *Harnstoff* (S. 251), *Schleim* und *Farbstoffe* (S. 567), die wahrscheinlich aus dem Farbstoffe des Blutes, dem Hämoglobin, entstehen; ferner *fette Säuren*, *Cholin* (S. 148) und unbestimmte extractförmige organische Materien.

Die völlig eingetrocknete Galle hinterlässt nach dem Verbrennen gegen 12 pC. Asche, bestehend aus den Natrium-, Kalium-, Calcium- und Eisensalzen der Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kohlensäure und des Chlors.

7. Die Haut und deren Absonderung.

Die Horngewebe.

Die allgemeine Bedeckung des Körpers besteht aus der Oberhaut, Epidermis, und der Lederhaut, Corium.

Die *Epidermis* ist ein hornartiges Lager ohne Blutgefässe. Sie besteht aus mikroskopischen, dicht an einander gefügten, platten Zellen. Unter derselben, auf dem Corium, liegt eine weichere Schicht von rundlichen Zellen (*Rete Malpighi*), als noch nicht erhärtete Epidermismasse.

Das *Corium* ist eine feste, elastische, mit Blutgefässen versehene, im Wesentlichen aus Bindegewebe bestehende Schicht. Unter derselben liegt das Unterhaut-Fettzellgewebe. Ausser-

dem enthält die Haut die sog. Schweissdrüsen, sowie kleine Fettdrüsen, welche die fette Hautschmiere absondern. Die Ausführungsgänge der ersteren münden an der Oberfläche der Haut, die anderen in die Haarbälge. Durch die ganze Haut dunstet ausserdem eine beträchtliche Menge Wasser (in 24 Stunden über 600 Gramm) und etwas Kohlensäure ab.

Das Corium wird durch langes Kochen mit Wasser in Leim verwandelt und löst sich auf (siehe S. 594 leimgebende Gewebe). Beim Erkalten erstarrt diese Auflösung zu einer Gallerte. Schneller wird diese Umwandlung durch Säuren bewirkt. — In eine Auflösung von basisch-schwefelsaurem Eisenoxyd oder von Quecksilberchlorid gelegt, vereinigt sich die Haut mit diesen Salzen und fault dann nicht mehr. Am ausgezeichneten ist ihre Affinität zur Gerbsäure, welche sie aus jeder gerbsäurehaltigen Pflanzeninfusion aufnimmt und womit sie eine in Wasser unlösliche, nicht mehr faulende, wie es scheint, jedoch nur mechanische Verbindung eingeht. Hierauf beruht das Gerben oder die Umwandlung der Häute in Leder (vergl. S. 402).

Die Horngewebe, nämlich die *Epidermis*, die *Nägel*, *Krallen*, *Klauen*, *Hufe*, *Hörner*, *Fischbein*, *Wolle*, *Federn*, *Schildpatt* und ähnliche Haut-Fortsetzungen und Bedeckungen sind aus verschiedenen Stoffen organisirte Gebilde, deren Hauptmasse aber aus einer und derselben, den Proteinstoffen nahe verwandten, stickstoff- und schwefelhaltigen Substanz (Keratin) zu bestehen scheint. Alle jene Gebilde sind in der Wärme in kaustischem Kali löslich, entwickeln dabei viel Ammoniak und bilden Schwefelkalium. Aus der Lösung wird dann durch Säuren eine gelatinöse, stickstoffhaltige Substanz gefällt. Durch Salpetersäure werden sie gelb und zerstört, beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure bilden sie Leucin (S. 96) und Tyrosin (S. 393), bei der trocknen Destillation liefern sie eine grosse Menge stickstoffhaltiger Producte. Die *Epidermis* enthält 0,74, die *Nägel* 2,8, der *Pferdehuf* 4,2, das *Fischbein* 3,6 pC. Schwefel. Auch enthalten sie kleine Mengen von phosphorsaurem Calcium, Eisenoxyd und Kiesel-

säure, welche letztere constant in grösserer Menge in der Fahne der Vogelfedern enthalten ist ¹⁾.

Die *Menschenhaare* enthalten als Hauptbestandtheil einen proteiartigen Körper, der über 5 Procent Schwefel enthält. Dieser grosse Schwefelgehalt ist die Ursache, warum helle Haare durch Metallsalze schwarz gefärbt werden. Ausser etwas phosphorsaurem Calcium und kleinen Mengen anderer Salze enthalten die Haare auch Eisenoxyd und Kieselsäure. Die Ursache der verschiedenen Farbe, sowie auch des Ergrauens der Haare ist unbekannt, jedoch scheint es, dass die Haare je nach der Farbe auch eine etwas verschiedene Zusammensetzung besitzen.

Die fettige *Hautschmiere* vom Menschen enthält ein liquides und ein festes Fett (Oleïn und Palmitin). Sie ist sauer von beigemengter Milchsäure (?) und enthält ausserdem Salze von der wässrigen Ausdunstungsmaterie. Bei den Schafen besteht sie aus mehreren Fettarten und einer seifeartigen Verbindung von Kalium und Calcium mit einer fetten Säure.

Der *Schweiss* ist sauer und enthält freie Essigsäure, Buttersäure, Ameisensäure und Kohlensäure. Er enthält nur $\frac{1}{2}$ bis 2 pC. fester Bestandtheile, bestehend aus Harnstoff, unbestimmten thierischen Materien, Chlorkalium, Chlornatrium und wenig schwefelsauren und phosphorsauren Salzen. Stark riechender Schweiss scheint auch Capronsäure und zuweilen auch eine flüchtige organische Schwefelverbindung zu enthalten. Bei gewissen Krankheiten, namentlich bei der Cholera und bei Nierenleiden, findet eine bedeutende Vergrösserung des normal geringen Harnstoffgehaltes statt, bei andern Krank-

¹⁾ Ganz verschieden von diesen Gebilden in Zusammensetzung und chemischem Verhalten ist das *Chitin*, welches das eigentliche Skelett, die Panzer und Flügeldecken aller Insekten ausmacht. Seine Zusammensetzung ist wahrscheinlich $C^9H^{15}NO^6$. Es wird selbst von der concentrirtesten Kalilauge nicht aufgelöst und verkohlt beim Erhitzen, ohne zu schmelzen. Beim Kochen mit Schwefelsäure liefert es Traubenzucker und Ammoniak.

heiten ist auch Zucker und Harnsäure, unter gewissen Verhältnissen auch Bernsteinsäure im Schweiss gefunden worden.

8. Die Muskeln.

Der chemische Hauptbestandtheil der aus zahllosen, microscopisch feinen Muskelfasern zusammengesetzten und sehr blutreichen Muskeln ist ein Proteinkörper, das Myosin (S. 577). Es ist noch nicht mit Sicherheit entschieden, ob dasselbe im lebenden Muskel als solches gelöst enthalten ist oder, ähnlich wie das Blutfibrin, erst beim Aufhören des Lebens sich bildet. Die eigenthümliche Erscheinung der Todtenstarre ist aber unzweifelhaft auf das Gerinnen des Myosins zurückzuführen. Sie erfolgt ganz unabhängig von der nach dem Tode und meistens erst nach dem Erstarren im Muskel auftretenden freien Säure.

Nach dem völligen Eintrocknen hinterlässt das Fleisch ungefähr 23 pC. fester Masse, die übrigen 77 pC. sind Wasser. Von der festen Masse sind gegen 6 pC. in Wasser löslich, denn zerhacktes Fleisch hinterlässt nach dem Extrahiren mit Wasser und Trocknen nur 17 pC. fester Substanz.

Die aus frischem Fleisch ausgepresste röthliche Flüssigkeit reagirt sauer von freier Milchsäure und sauren phosphorsauren Alkalimetallsalzen, und coagulirt beim Erhitzen. Das Coagulum ist Albumin, gefärbt durch einen rothbraunen, dem Hämoglobin (S. 580) sehr ähnlichen und sehr wahrscheinlich damit identischen Farbstoff. Essigsäure und Lab zeigen auch einen Gehalt an Casein an.

Sie enthält ferner Kreatin (S. 240), Sarkin (S. 274), Xanthin (S. 274), Inosit (S. 215), Dextrin (S. 226), Zucker (Fleischzucker, wahrscheinlich identisch mit Traubenzucker), eine noch wenig bekannte Säure *Inosinsäure* und Salze, vorzüglich paramilchsaures und phosphorsaures Kalium, die Kaliumsalze von flüchtigen Säuren (Buttersäure, Essigsäure, Ameisensäure?), Chlorkalium und phosphorsaures Magnesium.

Chlornatrium und phosphorsaures Calcium sind nur in kleiner Menge und schwefelsaure Salze gar nicht vorhanden.

Das *Kreatin*, *Xanthin* und *Sarkin* sind intermediäre Producte der Rückbildung im Muskelgewebe.

9. Die Knochen.

Die Knochen sind vor allen übrigen Organen durch ihren überwiegenden Gehalt an unorganischer Substanz (Knochenerde) ausgezeichnet. Stellt man einen Knochen in sehr verdünnte Salzsäure, so wird die Knochenerde ausgezogen und es bleibt der organische Theil, der *Knorpel*, biegsam, weich, durchscheinend und mit der Form des Knochens zurück. Beim Trocknen schrumpft er etwas ein, wird hart und zerbrechlich, bleibt aber durchscheinend. Durch Kochen mit Wasser löst er sich zu gelatinirendem Leim auf.

Wasser, welches höher als bis zu 100°, also unter höherem Druck erhitzt ist, zieht aus Knochen allen Knorpel, zu Leim aufgelöst, aus, mit Hinterlassung der reinen *Knochenerde*.

Werden Knochen bei Luftzutritt gebrannt, so werden die organischen Bestandtheile zerstört und es bleibt die Knochenerde ebenfalls weiss und mit der Form des Knochens zurück. Sie besteht aus neutralem phosphorsauerm Calcium, gemengt mit kohlsaurem Calcium, in variirender Menge bei verschiedenen Thieren, und kleinen Mengen von phosphorsauerm Magnesium und Fluorcalcium. Das kohlsaure Calcium ist als solches in dem lebenden Knochen enthalten. Ob die Knochensubstanz eine chemische Verbindung von Knorpel mit phosphorsauerm Calcium oder ein blosses Gemenge ist, ist unentschieden. Die leichte Trennung beider Bestandtheile, ohne dass die Form des Knochens verändert wird, spricht indess für die letztere Ansicht.

Den relativen Gehalt an Knorpel und Knochenerde, durch Calcination der Knochen bestimmt, findet man in den verschiedenen Knochen des Körpers, in verschiedenem Alter und

in den Knochen der verschiedenen Thierclassen etwas abweichend. In dem Scheitelbeine von einem Menschen z. B. sind 68,3, in dem Brustbeine dagegen 64,7, in dem Schienbeine 65,5 pC. Knochenerde gefunden worden. — Menschenknochen, vollkommen ausgetrocknet, enthalten über 8 pC. kohlensaures Calcium. Der mittlere Gehalt an phosphorsaurem Calcium beträgt 57 pC., der an Knorpel 33 pC. Die Knochen der Säugethiere sind denen des Menschen in ihrer Zusammensetzung sehr ähnlich, die der Vögel sind aber weit reicher an unorganischen Bestandtheilen. Im Oberschenkelbeine der Taube z. B. wurden 89 pC. Knochenerde gefunden, wovon 82 pC. aus phosphorsaurem Calcium bestanden. In den Knochen der Amphibien und Fische dagegen ist der Gehalt an Knorpel beträchtlich grösser.

Die *Fischschuppen* sind ähnlich wie die Knochen zusammengesetzt, nur enthalten sie mehr organische Substanz. Diese weicht aber in ihrer chemischen Zusammensetzung nicht vom Knorpel ab und wird beim Kochen mit Wasser ebenfalls in Leim verwandelt.

Auch die *Zähne* enthalten dieselben mineralischen Bestandtheile wie die Knochen, aber weniger organische Substanz. Der eigentliche Zahnknochen, das Zahnbein, enthält beim Menschen über 64 pC. phosphorsaures Calcium, über 6 pC. kohlensaures Calcium und Magnesium und 28 pC. leimgebenden Knorpel. Der die Zahnkronen überziehende *Schmelz* dagegen enthält keinen Knorpel; er enthält 84—90 pC. phosphorsaures Calcium (mit phosphorsaurem Magnesium und etwas Fluorcalcium), 4—9 pC. kohlensaures Calcium und 3—6 pC. organische Substanz.

Das Geweih des Hirschgeschlechts hat die Zusammensetzung der Knochen.

10. Die leimgebenden Gewebe.

Sie gehören zu den Hauptbestandtheilen des Thierkörpers und kommen nicht in den Pflanzen vor. Sie bilden in orga-

nisirter Form die *Knorpel* im Allgemeinen, die *Sehnen*, die *Bänder*, das *Zellgewebe*, die *serösen Häute*, das *Corium* etc. Alle diese für sich in Wasser ganz unlöslichen Gewebe haben die Eigenschaft, beim längeren Kochen mit Wasser eine, wie es scheint, isomere Veränderung zu erleiden und sich der Hauptmasse nach zu Leim aufzulösen, dessen Lösung beim Erkalten zu einer Gallerte geseht.

Das *elastische Gewebe*, welches die gelben Bänder der Wirbelsäule, das Ligamentum nuchae, die äussere Haut der Arterien etc. bildet, erleidet diese Veränderung durchaus nicht.

Der aus allen jenen, auch in ihrer Structur sehr verschiedenen Geweben entstehende Leim ist von zweierlei Art, gewöhnlicher Leim, *Glutin* (Knochenleim), und *Chondrin* (Knorpelleim) und danach hat man auch die Grundsubstanz der Gewebe in *Collagen* und *Chondrigen* unterschieden.

Das *Glutin* entsteht aus dem Knochenknorpel, dem Hirschhorn, den Fischknochen und Fischschuppen, der Haut (*Corium*), den Sehnen, serösen Häuten, der Hausenblase. Die von diesen Gebilden durch Kochen mit Wasser erhaltene Auflösung geseht beim Erkalten zu einer steifen Gallerte, welche nach dem Austrocknen den gewöhnlichen Tischlerleim ausmacht. Einen reinen Leim erhält man am leichtesten durch Kochen von geraspeltem Hirschhorn, von Hausenblase oder von einem reinen, durch Salzsäure von der Knochenerde befreiten Knochenknorpel mit Wasser und Filtriren der Lösung bei ungefähr 50°. — Das Glutin ist farblos, durchsichtig, hart, geschmack- und geruchlos; erweicht beim Erhitzen und wird zerstört. In kaltem Wasser quillt es auf und wird beim Erwärmen aufgelöst. Die Lösung bildet beim Erkalten eine klare Gallerte, selbst wenn sie nur 1 pC. Leim enthält, was jedoch bei dem Leim aus verschiedenen Geweben variirt. In Alkohol und Aether ist es unlöslich und wird durch Alkohol aus der wässrigen Lösung flockig gefällt. Beim Verbrennen hinterlässt es stets etwas Knochenerde.

Die Auflösung dieses Leims wird durch Alaun, neutrales schwefelsaures Eisenoxyd, neutrales und basisches essigsäures Blei *nicht* gefällt.

Gerbsäure schlägt den Leim aus seiner Auflösung vollständig nieder. Der anfänglich weisse, flockige Niederschlag geht gewöhnlich zu einer dicken, zähen, klebenden Masse zusammen. Selbst die noch nicht in Leim verwandelten leimgebenden Gewebe nehmen die Gerbsäure aus ihrer Wasserlösung vollständig auf, worauf die Verwandlung der Häute in Leder beruht. — Essigsäure löst den Leim leicht auf; die Auflösung leimt zwar, gelatinirt aber nicht.

Das Glutin enthält ungefähr 18 pC. Stickstoff und eine sehr kleine Menge ($\frac{1}{2}$ pC.) Schwefel. Seine Zusammensetzung lässt sich nicht durch eine wahrscheinliche Formel ausdrücken.

Durch langes Kochen und besonders bei einer Temperatur über 100° verliert seine Lösung die Eigenschaft zu gelatiniren. Beim Verdunsten trocknet sie dann zu einer gelblichen, gummiartigen Masse ein, die in kaltem Wasser leicht löslich ist. Die hierbei stattfindende Veränderung ist nicht näher bekannt. — Bei der trocknen Destillation liefert es eine grosse Zahl von Producten, worunter kohlen-saures Ammonium und die flüchtigen Basen: Methylamin, Di- und Trimethylamin, Pyridin etc. die merkwürdigsten sind¹⁾. — Bei der Destillation mit Braunstein oder saurem chromsaurem Kalium und Schwefelsäure liefert der Leim dieselben zahlreichen Producte, wie die Proteinkörper bei gleicher Behandlung (vergl. S. 572).

Beim Kochen der Leimlösung mit Schwefelsäure oder Kalilauge entstehen ausser Ammoniak und andern nicht genau bekannten Producten *Glycocoll* und *Leucin* (s. über diese S. 81 und S. 96).

¹⁾ Diese flüchtigen Basen sind in dem sogenannten *Oleum animale Dippelii* enthalten. Es wird durch Rectification des stinkenden Thieröls erhalten, welches, bei der Bereitung des Beinschwarz, durch Destillation entfetteter Knochen im Grossen gewonnen wird (vergl. Pyridinbasen S. 134).

Das *Chondrin* entsteht aus den permanenten (nicht verknöchernenden) Knorpeln, also aus den Rippen-, Gelenkkopf-, Luftröhren-, Nasen-Knorpeln, aus der Cornea, aus dem Knochenknorpel vor der Ossification durch anhaltendes Kochen mit Wasser. — Die Lösung desselben erstarrt beim Erkalten, wie die des gewöhnlichen Leims; im trocknen Zustand sieht es wie dieser aus, aber seine Lösung wird nicht allein gefällt durch Gerbsäure, sondern auch durch Essigsäure, Salzsäure, verdünnte Schwefelsäure, Alaun, essigsaures Blei und schwefelsaures Eisenoxyd, welche die Glutinlösung nicht fällen. Der Niederschlag mit Alaun bildet grosse, dichte, weisse Flocken, löslich in überschüssigem Alaun und mehreren anderen Salzlösungen. Auch der mit Salzsäure und Schwefelsäure, aber nicht der mit Essigsäure entstehende Niederschlag löst sich leicht im Ueberschuss des Fällungsmittels wieder auf. — Beim Verbrennen hinterlässt das Chondrin ebenfalls Knochenerde. — Es enthält zwischen 14 und 15 pC. Stickstoff und eine kleine Menge Schwefel.

Seine Zersetzungsproducte sind dieselben, wie die des Glutins, jedoch entsteht beim Kochen mit Schwefelsäure nur Leucin, aber kein Glycocoll. Beim Kochen mit Salzsäure liefert es einen gährungsfähigen Zucker.

Der *Leim aus den Knochen der Knorpelfische* ist von den beiden anderen Leimarten dadurch verschieden, dass seine Auflösung nicht gelatinirt; im Uebrigen verhält er sich wie Chondrin.

In der Seide ist ein eigenthümlicher Körper, das *Fibroïn* $C^{15}H^{23}N^5O^6$ enthalten, der ungefähr 66 pC. der rohen Seide ausmacht. Es lässt sich am leichtesten rein erhalten durch mehrmaliges Digeriren der Seide mit Wasser bei 130° und Behandlung des hellgelben glänzenden Rückstandes mit Alkohol und Aether. Beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure liefert es Leucin, Tyrosin und etwas Glycocoll.

Neben Fibroïn enthält die Seide einen dem Glutin in mancher Hinsicht ähnlichen Leim, *Seidenleim* (Sericin) $C^{15}H^{25}N^5O^8$, welcher mit kochendem Wasser ausgezogen werden kann. Er

entsteht, wie es scheint, aus dem Fibroïn durch Aufnahme von Sauerstoff und Wasser. In trockenem Zustande bildet er ein farb- und geruchloses Pulver, welches mit Wasser bedeutend aufquillt und sich leichter als das Glutin darin auflöst. Eine Lösung, die weniger als 1 pC. enthält, geseht beim Erkalten noch zu einer consistenten Gallerte. Bei längerem Kochen mit verdünnter Schwefelsäure liefert er wenig Leucin, etwa 5 pC. Tyrosin und etwa 10 pC. Serin (S. 190).

11. Das Fett.

Das Fett kommt im thierischen Körper auf mannigfache Weise vor, theils als Tröpfchen oder als Kügelchen in Flüssigkeiten suspendirt, wie in der Milch sehr reichlich, im Blut höchst sparsam; theils frei in Geweben abgelagert oder in besonderen Fettzellen eingeschlossen, auf die letztere Art z. B. unter der Lederhaut.

Beim Glycerin (S. 187) ist bereits erwähnt, dass die im Thierreich am allgemeinsten vorkommenden Fette identisch sind mit den am allgemeinsten vorkommenden Pflanzenfetten. Auch ist dort über das Vorkommen der einzelnen Thierfette, ihre Eigenschaften und Zusammensetzung das Nähere angegeben.

12. Der Schleim.

In dem von den Schleimhäuten abgesonderten Schleim sieht man mikroskopische Zellen, die sog. *Schleimkörperchen*, und abgestossene Zellen von dem die freie Fläche der Schleimhäute überziehenden Oberhäutchen (Epithelium).

Der characterisirende Bestandtheil des Schleims ist ein eigenthümlicher, stickstoffhaltiger Körper (*Mucin*). Er ist zum Theil in dem Wasser des Schleims nur zur fadenziehenden Flüssigkeit aufgequollen, die ausserdem die Chlorüre von Kalium und Natrium und eine kleine Menge anderer Salze enthält, zum Theil aber scheint er auch als Alkaliverbindung

gelöst zu sein. Der Schleim coagulirt nicht beim Erhitzen, er wird aber durch Alkohol und verdünnte Essigsäure, die die Alkaliverbindung des Schleimes zerlegt, gefällt.

13. Die Transsudate der serösen Häute.

Die bei Wassersuchten angesammelte Flüssigkeit enthält Albumin in verschiedener, oft sehr bedeutender Menge und ausserdem die gewöhnlichen Salze und unbestimmten Materien (Extractivstoffe). Sie ist gewöhnlich alkalisch. Zuweilen enthält sie auch Harnstoff und in feinen Blättchen suspendirtes Cholesterin. Dieselben Bestandtheile enthält der fötale Liquor amnii und die Flüssigkeit in den Hydatiden. Durch Kochen oder durch Salpetersäure werden diese Flüssigkeiten mehr oder weniger unklar oder coagulirt.

Der *Eiter* ist ein rahmähnliches, dickes, undurchsichtiges Liquidum, welches aus einem klaren, farblosen oder schwachgelben Serum (Eiterserum) und darin suspendirten Eiterkörperchen und Fettröpfchen besteht. Das Eiterserum enthält Albumin, welches beim Erhitzen coagulirt, ausserdem Leucin, Chlornatrium und andere unorganische Salze. Die Form der Eiterkörperchen zeigt die grösste Aehnlichkeit mit der der farblosen Blutkörperchen.

14. Das Auge.

Die *Sclerotica*, aus sehr dicht verwebten sehnigen Fasern gebildet, lässt sich, gleich dem Corium, durch langes Kochen mit Wasser zu Leim auflösen.

Die *Cornea* ist von eigenthümlichem Gewebe und verhält sich chemisch wie chondrigener Knorpel, quillt aber in Essigsäure auf.

Das *schwarze Pigment* (Melanin), in Gestalt mikroskopischer, brauner Körnchen in eigenen geschlossenen Zellen auf der Choroidea abgelagert, ist unlöslich in Wasser, Alkohol und verdünnten Säuren, löslich in Kali mit dunkelgelber Farbe

und durch Säuren wieder fällbar. Es enthält 13—14 pC. Stickstoff. Beim Verbrennen hinterlässt es eine eisenhaltige Asche. Es ist wahrscheinlich ein Umwandlungsproduct des Blutfarbstoffes. Ob das Pigment im Hautschleimnetz der Neger und manche bei Krankheiten abgelagerte Pigmente damit identisch sind, ist nicht ausgemacht.

Der *Humor vitreus* und der *Humor aqueus* bestehen aus Wasser mit nicht ganz 2 pC. darin gelöster fester Substanzen. Beim *Humor vitreus* sind diese Albumin, Kochsalz, unbestimmte organische Materie und Harnstoff; der *Humor aqueus* dagegen enthält fast kein Albumin.

Die *Krystalllinse* besteht aus zwiebelartig über einander gelagerten Schichten oder Blättern, die aus dicht an einander gefügten klaren Fasern (wahrscheinlich Röhren) zusammengesetzt sind und eine sehr concentrirte Flüssigkeit enthalten. Diese enthält ungefähr 60 pC. Wasser, geringe Mengen von Fett, Cholesterin und unorganischen Salzen und 35 pC. eines der fibrinogenen Substanz sehr ähnlichen Proteinstoffs, *Globulin* (S. 576).

15. Das Nervensystem.

Das Nervensystem, an dem man die centralen (Gehirn und Rückenmark) und die peripheren Theile (zahlreiche Nerven) unterscheidet, lässt in den ersteren zwei Hauptsubstanzen erkennen: die weisse und die graue, deren Structurverhältnisse nicht kurz erörtert werden können. Nur so viel sei hier hervorgehoben, dass die weisse Substanz aus feinen mikroskopischen Fasern von sehr langem Verlauf besteht, während in der grauen Substanz die Fasern mehr zurücktreten und eigenthümliche mikroskopische Gebilde, die sog. Nervenkörperchen, vorwalten.

Die graue Substanz ist reicher an Blutgefässen, als die weisse, auch ihr Wassergehalt ist grösser; dagegen ist ihr Fettgehalt erheblich geringer, als der der weissen Substanz. An gewissen Stellen im Menschenhirn hat man ausserdem

mikroskopische Körperchen entdeckt, die sich gegen Jod wie Cellulose verhalten, aber wesentlich Cholesterin (S. 564) sind.

100 Theile frisches Menschengehirn hinterlassen, bei 100° getrocknet, 21,5 Theile Rückstand.

Der charakteristische Bestandtheil der Gehirnmasse ist das *Leci/hin* (Protagon). Zur Abscheidung desselben wird das von Blut und den Hirnhäuten möglichst befreite Gehirn zu einem feinen Brei zerschnitten, zerrieben und mit Wasser und Aether durchgeschüttelt. Diese Mischung lässt man bei 0° so lange stehen, bis sich die ätherische Lösung oben abgesetzt hat, wiederholt dasselbe Verfahren mehrere Male und entfernt auf diese Weise durch den Aether einen grossen Theil des Cholesterins, während die in Wasser leicht löslichen Bestandtheile von diesem gelöst werden. Aether und Wasser werden möglichst abfiltrirt und der Rückstand mit 85 pC. Alkohol bei 45° im Wasserbade digerirt und warm filtrirt. Diese Lösung scheidet beim Abkühlen auf 0° einen reichlichen, flockigen Niederschlag ab, der gesammelt und mit Aether so lange ausgewaschen wird, bis im Filtrat kein Cholesterin mehr nachweisbar ist. Der Rückstand wird im Vacuum neben Schwefelsäure getrocknet, darauf mit wenig Wasser befeuchtet und in Alkohol bei 45° gelöst. Bei allmählichem Abkühlen der filtrirten Lösung setzt sich das Protagon in Krystallen ab, die durch Umkrystallisiren gereinigt werden können.

Es bildet feine, strahlig gruppirte Nadeln, nach dem Trocknen über Schwefelsäure ein leichtes, flockiges Pulver. In kaltem Alkohol und kaltem Aether schwer löslich, leichter in warmem. Beim Erwärmen mit absolutem Alkohol auf eine höhere Temperatur als 55° löst es sich unter theilweiser Zersetzung. Beim Behandeln mit Wasser quillt es sehr stark zu einer undurchsichtigen, kleisterartigen Masse auf, die mit mehr Wasser eine klare, aber opalisirende Lösung bildet, aus der das Protagon beim Kochen mit concentrirten Lösungen von Chlorcalcium, Chlornatrium und anderen Salzen flockig gefällt wird. In Eisessig löst es sich und krystallisirt daraus beim langsamen Abkühlen unverändert.

Das Protogon enthält Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Phosphor. — Es zersetzt sich schon unter 100° und zwar um so rascher, je wasserfreier es ist. — Bei längerem Kochen mit Barytwasser liefert es glycerinphosphorsaures Baryum, die Salze fester Fettsäuren und *Neurin* (S. 148).

Das Protogon ist auch im Blute, im Eidotter und im Pflanzenreiche (z. B. im Mais) enthalten.

Ausserdem sind im Gehirn Proteinstoffe (namentlich Casein), Cholesterin, Milchsäure, Inosit und sehr geringe Mengen von Kreatin, Xanthin, Sarkin, Harnsäure und unorganischen Salzen enthalten.

Andere, noch wenig bekannte, aus dem Gehirn dargestellte Stoffe, wie *Cerebrin*, *Cerebrinsäure* etc., scheinen Gemenge zu sein.

16. Das Ei.

Das gelegte Hühnerei besteht aus der Schale, dem Eiweiss und dem Eidotter.

Die *Eischale*, mit kleinen, Luft durchlassenden Poren versehen, ist auf der inneren Seite mit einer festen Membran ausgekleidet, bestehend aus zwei Blättern, die an dem stumpfen Ende des Eies aus einander gehen und einen Luftraum zwischen sich lassen. Die Schale besteht aus 97 pC. kohlen-saurem Calcium, 1 pC. phosphorsaurem Calcium mit phosphorsaurem Magnesium und 2 pC. organischer Substanz, die bei Auflösung der Schale in Salzsäure ungelöst bleibt.

Das *Eiweiss* umgiebt den Dotter in 3 Lagen, von denen die äusserste die flüssigste ist. Es ist in dünne, durchsichtige Membranzellen eingeschlossen. Bei 75° gerinnt es zu einer festen, weissen, elastischen Masse. Es enthält 12 bis 14 pC. Albumin, grösstentheils als Natriumalbuminat in Wasser gelöst, ausserdem Fett, eine sehr kleine Menge Traubenzucker und gegen 0,7 pC. unorganische Bestandtheile. Diese bestehen

aus Natron, Chlorkalium und Chlornatrium und phosphorsaurem Calcium und Magnesium.

Der *Eidotter*, von einer dünnen Membran umschlossen, erscheint unter dem Mikroskop als eine mit sehr kleinen Körnchen dicht erfüllte breiige Masse, in welcher gelbliche Kügelchen und Fetttröpfchen schwimmen. Die Kügelchen sind Bläschen oder Zellen, welche ein gelbliches Oel enthalten.

Bei der Analyse des ganzen Eidotters findet man durchschnittlich 45 pC. Wasser, 30 pC. Fett, 15 pC. Proteinstoff und 1 pC. unorganische Salze.

Das Fett (Eieröl), welches aus dem Dotter durch Schütteln mit Aether oder, nach dem Hartkochen des Dotters, theilweise durch Auspressen erhalten werden kann, ist roth-gelb gefärbt durch einen nicht näher bekannten, vielleicht mit dem Hämatoïdin (S. 582) identischen Farbstoff. Es besteht aus Palmitin und Oleïn.

Der Proteinstoff (früher *Vitellin* genannt) ist ein Gemenge von Caseïn mit anderen Proteinstoffen. Ausserdem sind im Eidotter Lecithin (S. 601), Cholesterin und, wie es scheint, auch Glycogen enthalten.

Die unorganischen Bestandtheile sind Natron, Chlornatrium, Chlorkalium, phosphorsaures Kalium, phosphorsaures Calcium, phosphorsaures Magnesium und Eisenoxyd. Die Kaliumsalze überwiegen an Menge die Natriumsalze, und die Erdphosphate sind in viel grösserer Menge als im Eiweiss vorhanden.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Eier der meisten Thierklassen dieselben Bestandtheile enthalten. In den Eidottern der Fische und mehrerer Amphibien bemerkt man unter dem Mikroskop durchsichtige Krystalltafeln (sogenannte Dotterplättchen), die bei den verschiedenen Thierspecies aber verschiedene Formen und Eigenschaften zeigen. Sie scheinen Proteinstoffe zu sein oder diesen jedenfalls sehr nahe zu stehen.

17. Der Samen.

Der thierische Samen ist in reinem Zustande, wie er in den Hoden gebildet wird, eine weissliche, zähe, geruchlose Flüssigkeit von hohem spec. Gewicht und neutraler oder alkalischer Reaction, der ejaculirte ist durch beigemischte Secrete der Prostata und der Cowper'schen Drüsen mehr durchscheinend, stärker alkalisch und eigenthümlich riechend. Er besteht aus einer wässrigen Flüssigkeit, welche als eigenthümliche morphologische Elemente die *Samenfäden* (Spermatozoïden) — mikroskopische, fadenförmige, durch ihr Bewegungsvermögen ausgezeichnete Körper — suspendirt enthält.

Der Samen enthält 10—12 Proc. feste Bestandtheile, die aus Fett, unorganischen Salzen, besonders phosphorsaurem Calcium und einem eigenthümlichen, dem Schleimstoff (S. 598) ähnlichen, wenig bekannten Körper, *Spermatin*, bestehen. Letzterer ist die Ursache der gallertartigen Beschaffenheit des Samens. Er wird durch Kochen nicht aus seiner Lösung gefällt, geht aber beim Verdunsten in eine in Wasser vollständig unlösliche Modification über.

18. Die Milch.

Die charakterisirenden Bestandtheile der Milch sind Fett, Casein (S. 573) und Milchzucker (S. 218). Die beiden letzteren befinden sich in Auflösung, das Fett ist in Gestalt von Kügelchen darin suspendirt. Ausserdem enthält sie die gewöhnlichen unbestimmten Materien und die Salze der thierischen Flüssigkeiten, namentlich phosphorsaure Salze der Alkali- und Alkali-Erdmetalle, auch etwas Eisenoxyd.

Unter dem Mikroskop erscheint die Milch als ein klares Liquidum, erfüllt mit zahllosen klaren Kügelchen von ungleicher Grösse, meistens aber kleiner als die Blutkörperchen. Sie sind mit einer Hülle umgeben, welche das Fett einschliesst. Darum nimmt Aether, mit Milch geschüttelt, fast kein Fett auf. Es geschieht dieses erst, nachdem man die Milch mit

etwas Alkali oder Essigsäure versetzt und dadurch die Hüllen aufgelöst hat.

Die Quantität der festen Bestandtheile in der Milch ist variirend bei verschiedenen Thierarten und verschiedenen Individuen. Frauenmilch enthält 11 bis 13, Kuh- und Ziegenmilch 13 bis 14, Stutenmilch 16, Hundemilch 25 pC. Eben so variirend ist der Gehalt an einzelnen Bestandtheilen. Das Fett beträgt zwischen 3 und 5, das Casein zwischen 2 und 8, der Milchzucker zwischen 2 und 9, der Salzgehalt zwischen 0,25 und 1,5 pC.

Die Milch ist in der Regel schwach alkalisch. Sie coagulirt nicht beim Erhitzen, wohl aber durch Säuren, durch freiwillige Säuerung und durch die Schleimhaut des Kälbermagens (Lab). Beim Abdampfen bildet sie auf der Oberfläche eine Haut von coagulirtem Casein.

Das *Colostrum* (die erste Secretion der Brustdrüsen bis zum dritten oder vierten Tage nach der Geburt) ist an festen Bestandtheilen reicher, als die gewöhnliche Milch. Ausser den viel kleineren Milchkügelchen bemerkt man darin grössere kugelige, körnige Massen (*Colostrumkörperchen*), wie es scheint, Conglomerate von Casein und Fettbläschen.

Der in der Ruhe auf der Milch sich abscheidende Rahm wird von den Milchkügelchen gebildet, die sich als specifisch leichter grossentheils an die Oberfläche erheben. Beim Buttern werden die Hüllen zerstört und ihr Inhalt klebt dann zu Fettklumpchen, zu Butter, zusammen. Die gelbe Farbe der Butter ist zufällig und rührt von gewissen Bestandtheilen aus der Nahrung her. In ranziger Butter sind Spuren von flüchtigen Fettsäuren frei geworden. Die Butter schmilzt bei ungefähr 32°.

Nach den Producten, die bei der Verseifung der Kuhbutter erhalten worden sind, ist dieselbe ein Gemenge von mehreren verschiedenen Fetten (vergl. Glycerin S. 187), die aber bis jetzt nicht von einander getrennt werden konnten. Die aus ihnen abgeschiedenen fetten Säuren sind Palmitinsäure, Stearinsäure und Oelsäure, welche die Hauptmenge ausmachen.

ausserdem Myristinsäure, Buttersäure, Capron-, Capryl-, und Caprinsäure. — Ob in der Milch aller Thiere dieselben Fettarten enthalten sind, ist nicht untersucht.

19. Der Harn.

Der Harn wird in den Nieren aus arteriellem Blute in mikroskopische Kanälchen (Harnkanälchen) abgesondert, in diesen weiter geleitet und gelangt in das Nierenbecken, welches sich in den Harnleiter (Ureter) fortsetzt, der den Harn in die Blase leitet.

Zerschnittene Nierensubstanz zergeht bei Zerreiben in einem Mörser fast ganz zu einem Liquidum. Beim Durchsiehen desselben bleibt eine verhältnissmässig sehr kleine Menge fester Substanz zurück, bestehend aus den Membranen der feinen Blutgefässe und Harnkanälchen. Die abgeseihte, milchige und schleimige Flüssigkeit gerinnt beim Erhitzen zu einer gelatinösen Masse, die hauptsächlich aus Albumin besteht.

Der wässrige Extract der Niere enthält ausserdem in geringer Menge: Xanthin, Sarkin, Inosit, Taurin und Leucin.

Normaler Menschen-Harn ist sauer, hauptsächlich von saurem phosphorsaurem Natrium, schmeckt unangenehm salzig, hat im Mittel 1,018 spec. Gewicht, setzt nach und nach stets ein Wölkchen von Blasenschleim ab und wird nach einiger Zeit stärker sauer unter Abscheidung von mikroskopischen Krystallen von Harnsäure und zuweilen von oxalsaurem Calcium. Später wird er wieder neutral, zuletzt alkalisch, indem er anfängt zu faulen und übelriechend zu werden, unter Bildung von kohlensaurem Ammonium und Krystallen von phosphorsaurem Ammonium-Magnesium.

Die gelbe Farbe des Harnes wird durch einen eigenthümlichen Farbstoff verursacht, in dessen Absorptionsspectrum die Lichtabsorption vom rothen bis zum violetten Ende, ohne

Bildung eines Absorptionsstreifens zunimmt. Im Harn Fiebernder findet sich sehr häufig ein Farbstoff, *Hydrobilirubin*, dessen Spectrum zwischen E und F einen charakteristischen Absorptionsstreif zeigt. Dieser Farbstoff lässt sich auch aus dem Bilirubin gewinnen (s. S. 568).

Der normale Menschen-Harn enthält durchschnittlich etwa 4 pC. fester Bestandtheile, das Uebrige ist Wasser. Dieses relative Verhältniss ist aber ausserordentlich variirend, je nach der Menge von genossenem Getränk, nach der Hautausdunstung und nach dem Gesundheitszustand.

Die charakterisirenden Bestandtheile des Menschen-Harns sind der *Harnstoff* (S. 251) und die *Harnsäure* (S. 258).

Wird Harn bis zur dünnen Honigconsistenz abgedampft und längere Zeit verschlossen stehen gelassen, so schießt Harnstoff oder eine Verbindung desselben mit Chlornatrium in Krystallen an. Wird er so concentrirt, mit einem Ueberschuss von Salpetersäure vermischt, so gesteht er zu einem Magma von Krystallschuppen, die salpetersaurer Harnstoff sind. Normaler Menschen-Harn enthält zwischen 2,5 und 3,2 pC. Harnstoff; ein gesunder Mann excernirt in 24 Stunden 22 bis 36 Gramm Harnstoff; bei reichlicher Nahrung mit Eiweisskörpern, also bei vorwiegend animaler Kost, mehr als bei vegetabilischer Kost.

Wird frischer Harn mit einer Säure vermischt, so fällt nach einiger Zeit, bisweilen sogleich, die Harnsäure als ein bräunliches oder röthliches Pulver nieder. Ihre Menge beträgt zwischen 0,2 und 1 Gramm in 24 Stunden.

Der menschliche Harn enthält ferner Kreatinin (zwischen 0,6 und 1,3 Gramm in 24 Stunden), häufig Bernsteinsäure, Spuren von Hippursäure und von oxalursaurem Ammonium, zuweilen Xanthin und noch mehrere organische Materien von noch unbestimmter Natur, die bei der Analyse als extractförmige Masse erhalten werden.

Er enthält 1 — 1½ pC. unorganische Salze, nämlich Chlorkalium und Chlornatrium, schwefelsaures Kalium und Natrium, saures phosphorsaures Natrium, phosphorsaures Calcium

und Magnesium, ausserdem eine geringe Menge Kieselsäure und Eisen. Die Salze der alkalischen Erden werden daraus durch Ammoniak gefällt.

Der Harn kann ausserdem vielerlei fremde Substanzen enthalten, die in löslichem Zustand in den Körper gebracht sind und aus dem Blut durch die Nieren wieder ausgeleert werden. Viele Salze, z. B. Salpeter, Kaliumeisencyanür etc., gehen unverändert aus dem Magen in den Harn über; ebenso organische Säuren, Weinsäure, Oxalsäure etc. Ihre Salze mit Alkalien dagegen werden bei der Verdauung zersetzt und man findet sie im Harn, der dadurch alkalisch wird, in kohlen saure Alkalien verwandelt. Ferner gehen unverändert in den Harn über verschiedene organische Farbstoffe, flüchtige Oele, Harze etc., die dem Harn besondere Farbe und Geruch ertheilen. Benzoësäure, Bittermandelöl, Zimmtsäure und Chinasäure werden in Hippursäure verwandelt im Harn wieder gefunden.

Bei Krankheiten ändert sich die Beschaffenheit des Harns auf mannigfaltige Weise. Zuweilen wird er neutral oder sogar alkalisch und ist dann stets trübe durch abgeschiedenes phosphorsaures Calcium und mikroskopische Krystalle von phosphorsauerm Ammonium-Magnesium und oxalsauerm Calcium. Oder er wird zu concentrirt und setzt beim Erkalten graue oder röthliche Sedimente von harnsauren Salzen ab. Bei Fiebern ist dieses Sediment ziegelfarben oder rosenroth und besteht vorzüglich aus harnsaurem Natrium, gefärbt durch eine sehr geringe Menge einer nicht näher gekannten rothen Materie. Ueberhaupt findet man bei Krankheiten öfters Substanzen im Harn, die er im gesunden Zustande nicht enthält. Bei mancher Wassersucht und einigen anderen Krankheiten enthält er Albumin, er wird dann durch Salpetersäure und durch Erhitzen getrübt. Bei der Gelbsucht enthält er Bestandtheile der Galle, beim Diabetes Traubenzucker, oft in sehr grosser Menge und wird dabei in enormer Quantität abgesondert. Er lässt sich dann in Gährung versetzen und liefert nachher bei der Destillation Alkohol. Auch tritt im

Harn Zucker auf, sobald die Ursprungsstelle des Nervus vagus im Gehirn verletzt wird. Ausserdem sind zuweilen auch Milchsäure, milchsaure Salze, Indigo oder vielmehr eine Indigo erzeugende Substanz (vergl. S. 450), Leucin, Tyrosin, Taurin etc. im Harn enthalten.

Bei gewissen krankhaften Zuständen im Körper setzen sich schwer lösliche Bestandtheile des Harns schon in den Harnwegen ab und bilden Concretionen (Gries und Harnsteine), oft von sehr bedeutender Grösse und Härte und sehr verschiedener Zusammensetzung. Die meisten bestehen aus *Harnsäure* mit harnsaurem Ammonium, andere sind Gemenge von *phosphorsaurem Calcium* mit *phosphorsaurem Ammonium-Magnesium*, andere bestehen aus *oxalsaurem Calcium*, manche sind aus abwechselnden Schichten von allen diesen Substanzen gebildet. Am seltensten sind die Steine aus *Cystin* (S. 190) und aus *Xanthin* (S. 274).

Der Harn der Thiere ist von sehr verschiedener Beschaffenheit. Bei den höheren Thierklassen enthält er stets Harnstoff in überwiegender Menge, bei den niederen Thierklassen dagegen ist die Harnsäure vorherrschend. Der Harn des Löwen und Tigers ist so reich an Harnstoff, dass oft ohne vorhergehende Abdampfung, nach Zusatz von Salpetersäure, die salpetersaure Verbindung in Blättern herauskrystallisirt. Im Harn des Hundes ist häufig eine eigenthümliche, krystallisirende einbasische Säure, *Kynurensäure* $C^{10}H^7NO^3 + H^2O$, enthalten, welche in Wasser fast ganz unlöslich ist, beim Erhitzen auf 265° schmilzt und unter Entwicklung von Kohlensäure in eine gut krystallisirende Base *Kynurin* C^9H^7NO (Schmelzp. 201°) übergeht. — Der Harn der Vögel und Amphibien ist eine weisse, breiige, nach dem Trocknen erdige Masse, die fast nur aus saurem harnsaurem Ammonium besteht. — Der Harn der pflanzenfressenden Säugethiere, z. B. der Pferde- und Rindvieh-Harn, ist im Allgemeinen alkalisch, enthält Harnstoff, wenig Harnsäure, dagegen viel Hippursäure (S. 367) und häufig Phenol (S. 320), ferner saures kohlen-saures Kalium, milchsaures Kalium und freie Kohlensäure, aber keine phosphorsauren Alkalien,

und setzt ein Sediment von kohlensaurem Calcium und kohlensaurem Magnesium ab. Der Harn noch säugender Kälber enthält Allantoïn (S. 270) und keine Hippursäure. Der Harn der Insecten enthält Harnsäure und Guanin (S. 275).

20. Die Excremente.

Normale Menschen-Excremente enthalten ungefähr 25 pC. feste Bestandtheile und davon durchschnittlich 6,5 pC. unorganische Salze, das Uebrige ist Wasser. Hinsichtlich ihrer Natur variiren sie nach der Nahrung. Die Asche der Menschen-Excremente enthält 25—30 pC. löslicher Salze und etwa 30 pC. Phosphorsäure als Natrium-, Kalium-, Calcium- und Magnesiumsalz. Die Excremente der Pflanzenfresser enthalten die ganze Menge der aus dem Organismus ausgeschiedenen Phosphorsäure, da diese Säure in ihrem Harn ganz fehlt. — Die Menschen-Excremente, deren organische Bestandtheile bald anfangen in Fäulniss überzugehen, enthalten Schleim, unverdaute Speisereste, veränderte Gallenbestandtheile (Taurin, Cholesterin), eine eigenthümliche, krystallisirende, noch wenig bekannte Verbindung, *Excretin*, welche nach der Formel $C^{20}H^{36}O$ zusammengesetzt zu sein scheint, und unbestimmte Materien. — Die Rindvieh-Excremente enthalten eine grosse Menge unverdauter Cellulose, grün gefärbt durch Chlorophyll.
