



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Die Schule der Chemie, oder erster Unterricht in der Chemie**

**Stöckhardt, Julius Adolph**

**Braunschweig, 1881**

Thierstoffe

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-88906](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-88906)

## Thierstoffe.

---

812. **Thierleben.** Ungleich geheimnissvoller noch und zusammengesetzter als in den Pflanzen sind die chemischen Processe, welche in dem lebenden Thiere vor sich gehen. Dass solche Processe wirklich in dem Thierkörper stattfinden, wer könnte dies bezweifeln? Sehen wir doch gerade hier das Charakteristische derselben, die Verwandlung der Körper in neue Körper mit ganz neuen Eigenschaften, noch ungleich deutlicher und auffallender als bei den Pflanzen und Mineralien. Denn kann es wohl eine auffallendere Verwandlung geben, als die der Bestandtheile des Eies (Eiweiss, Eidotter und Eischale) in die Bestandtheile des jungen Hühnchens (Fleisch, Blut, Knochen, Federn etc.)? oder die Verwandlung der Milch, welche die alleinige Nahrung vieler jungen Thiere ausmacht, in Fleisch, Blut etc.? Dass die chemische Kraft allein diese Veränderung nicht bewirken kann, ist in dem Früheren schon mehrmals erwähnt worden; sie ist nur das Werkzeug, das Mittel, dessen sich die göttliche Allmacht bedient, um auf eine uns noch verhüllte Weise während des Lebens der Pflanzen und Thiere alle die verschiedenen Gebilde des Pflanzen- und des Thierreichs zu erschaffen. Das Thierleben unterscheidet sich von dem Pflanzenleben in chemischer Beziehung hauptsächlich dadurch, dass während des



ersteren unaufhörlich Sauerstoff eingeathmet, während des letzteren aber ausgeathmet wird; ferner dadurch, dass zur Erhaltung des ersteren, ausser dem Wasser und einigen Salzen, nur organische Substanzen geeignet sind.

**813. Nähere Bestandtheile der Thiere.** Die Hauptmasse des Pflanzenkörpers besteht aus stickstofffreien Stoffen, also aus Stoffen, welche nur drei Elemente enthalten; in dem Thierkörper walten dagegen die stickstoff- und schwefelhaltigen Stoffe (die eiweissartigen Stoffe), also ungleich zusammengesetztere Verbindungen vor. Wasser und Fett sind fast die einzigen im Thierkörper vorkommenden Stoffe, die nur aus zwei oder drei Elementen zusammengesetzt sind; alle anderen, z. B. Fleisch, Haut, Knorpel, Blut, Haare, Nägel etc., sind reich an Stickstoff wie auch an Schwefel und Phosphor. Charakteristisch ist ausserdem für diese Stoffe, dass sie nicht krystallisirbar sind; wir finden nur in denjenigen thierischen Flüssigkeiten, die als untauglich zu weiterer Umbildung (zur Assimilation) aus dem Körper wieder ausgeschieden werden, z. B. in dem Urin, einige krystallisirbare Verbindungen (Harnstoff, Harnsäure etc.). Die meisten thierischen Stoffe zeigen unter dem Vergrösserungsglase die Gestalt von kleinen Kügelchen. Die Kugelform ist hiernach die Grundform für die zusammengesetzten, höher organisirten Gebilde des Thierreichs, während in den einfacheren, leblosen Erzeugnissen des Mineralreichs die eckige Form (Krystallform) vorherrscht. In dem zwischen beiden mitten inne stehenden Pflanzenreiche treffen wir beide Formen, die kugelige oder sphärische z. B. in der Stärke, Hefe etc., die krystallinische in dem Zucker, den organischen Säuren und Basen etc. an.

**814. Elementarbestandtheile der Thiere.** Die Grundstoffe, aus denen zuerst die näheren Bestandtheile, und aus diesen wieder die Organe des Thierkörpers gebildet werden, sind genau dieselben, welche wir in dem Pflanzenreiche antreffen, nämlich: Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor und Chlor; und von metallischen Stoffen: Calcium, Magnesium, Kalium etc. Diese müssen dem Thierkörper zugeführt werden, wenn er wachsen und fort-



leben soll. In welcher Form dieses geschieht, wird sich am einfachsten aus der Zusammensetzung des Eies und der Milch ergeben.

---

## I. Das Ei.

**815. Eiweiss (Eier-Albumin).** Das Weisse im Hühnerei besteht aus Zellen, in denen eine farblose, alkalisch reagirende Flüssigkeit, das Eiweiss, eingeschlossen ist. Beim Abdampfen erhält man daraus  $\frac{1}{8}$  festes Eiweiss; das Uebrige ist Wasser. Die Zusammensetzung des Eier-Albumins kommt mit der des Pflanzen-Albumins überein, sie gehören zu den im Thier- und Pflanzenreich am allgemeinsten verbreiteten Proteinstoffen (629). Verbrannt hinterlässt das Eiweiss Kochsalz, kohlensaures, phosphorsaures und schwefelsaures Natron und Kali und phosphorsaure Kalk- und Talkerde. Im Eiweiss selbst sind Schwefel und Phosphor zum Theil als Elemente und nothwendige Bestandtheile desselben enthalten; ausserdem ist dasselbe einem basischen Radical ähnlich, grösstentheils mit Natrium verbunden (Natriumalbuminat). Dass das Eiweiss, stark geschlagen oder gequirt, einen lockeren, leichten Schaum giebt, dass es durch Erhitzen unlöslich wird und coagulirt oder gerinnt etc., sind bekannte Sachen. Der letzteren Eigenschaft wegen wendet man es zum Klären von trüben Flüssigkeiten, insbesondere von Zuckersäften an.

**Klären mit Eiweiss. Versuch.** Man rühre Honig mit warmem Wasser an, mische unter die erhaltene trübe Lösung ein wenig Eiweiss und erhitze das Gemisch bis zum Kochen. Das Eiweiss nimmt hierbei die in der Flüssigkeit herumschwimmenden fremdartigen Stoffe des Honigs mit in die Höhe und umschliesst sie, während es gerinnt; die Flüssigkeit wird dadurch klar und durchsichtig und lässt sich durch ein Seihetuch von dem geronnenen Eiweiss trennen.



**816. Eidotter.** Das Eigelb besteht der Hauptsache nach aus einem eiweissähnlichen Körper (Vitellin) und Casein (circa 16 Proc.) und einem rothgelben, aus Palmitin und Olein zusammengesetzten fetten Oel (Eieröl); das letztere schwimmt in der Gestalt von gelben Tröpfchen in der Lösung der Proteinstoffe herum. Die letzteren bewirken die Gerinnung beim Kochen der Eier in Wasser und man kann nun das Fett durch starkes Pressen oder durch Schütteln mit Aether aus dem geronnenen Dotter ausziehen. Das Vitellin scheint mit Myosin sehr nahe übereinzukommen. Verbrannt hinterlässt es dieselben Aschenbestandtheile wie das Eiweiss, nebst Eisenoxyd; vorwaltend darunter sind Kalisalze und phosphorsaure Erden.

**817. Eischale. Versuch.** Man übergiesse Eischalen mit verdünnter Salzsäure: sie werden sich unter Gasentwicklung bis auf einige Häutchen von organischer Substanz auflösen. Das entweichende Gas ist Kohlensäure; in der Salzsäure aber findet sich aufgelöster Kalk, wie man durch Zusatz von Schwefelsäure wahrnehmen kann, welche daraus Gyps niederschlägt. Die Schalen haben sonach mit der Kreide eine gleiche Zusammensetzung, sie bestehen nämlich aus kohlensaurem Kalk mit etwa 1 Proc. phosphorsaurer Kalk- und Talkerde und 2 Proc. organischer Substanz.

In den Eischalen finden sich kleine Poren, durch welche Luft in das Innere des Eies zu dringen vermag, die allmählig eine Veränderung (Fäulniss) des Inhalts bewirkt. Verstopft man diese Oeffnungen, z. B. durch Einlegen der Eier in Asche oder Kalkmilch, oder durch Bestreichen derselben mit Oel, so halten die Eier sich viel länger unverändert, weil hierdurch das Eindringen der Luft verhindert wird. Beim Bebrüten der Eier, welches auch durch künstliche Wärme zur Ausführung gebracht werden kann, nimmt das Gewicht derselben unter Einsaugung von Sauerstoff und Abgabe von Kohlensäure und Wasser ab.

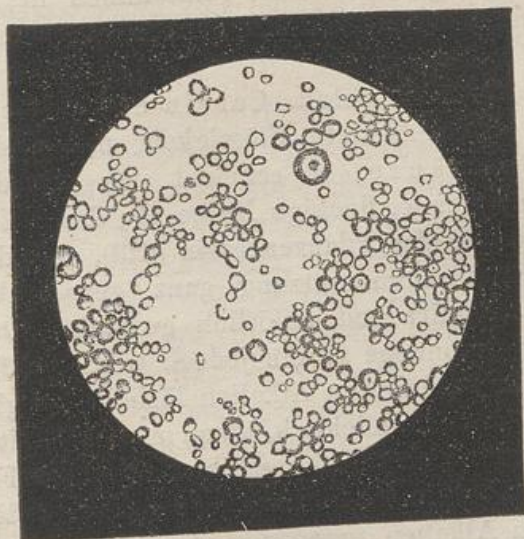
---



## II. Die Milch.

818. Die aus den Brustdrüsen weiblicher Säugethiere sich ausscheidende Milch besteht aus einer Auflösung von Casein, mit etwas Eiweiss und Milchzucker in Wasser, in welcher kleine, wie es scheint, mit einer Hülle umschlossene Fettkügelchen umherschwimmen, wie man dies durch die Betrachtung einer dünnen Milchschrift unter dem Mikroskop deutlich wahrnehmen kann. Die letzteren sind es, welche die Milch undurchsichtig machen und ihr das Ansehen einer Emulsion geben. Die

Fig. 207.



Milch zeigt in der Regel eine neutrale oder schwach alkalische Reaction. Unter den Mineralstoffen derselben, wie solche beim Verbrennen als Asche zurückbleiben, findet man alle, welche zum Aufbau des Thierkörpers nothwendig sind und schon in den vorigen Abschnitten angegeben wurden; vorherrschend Phosphorsäure und Kali, nächst dem Natron, Kalk (Chlor).

819. Abscheidung der Fettkügelchen aus der Milch. Versuch. Durch Filtriren allein lassen sich



diese Kügelchen nicht von der Milch trennen, da sie so klein sind, dass sie durch die Poren des feinsten Papiers mit hindurchlaufen; wohl aber geht dies auf folgende Weise: Man löse 30 Grm. Glaubersalz und einige Decigramm Soda in 15 Grm. lauem Wasser auf und schüttele diese Lösung mit 15 Grm. frischer Milch zusammen; bringt man dieses Gemenge jetzt auf ein Filtrum, so bleiben die fettigen Theile (Rahm, Sahne) zurück, während eine nur wenig opalisirende Flüssigkeit abläuft. Die zugesetzte Salzlösung wirkt nicht chemisch auf die Bestandtheile der Milch ein, sondern sie bewirkt nur auf mechanische Weise, dass die Kügelchen eine compactere Masse bilden und sich leichter von der wässerigen Flüssigkeit trennen. Die Fettkügelchen sind mit einer zarten, unlöslichen Hülle umschlossen, welche man durch Zusatz von wenig Aetzkali leicht auflösen kann. Schüttelt man sie nachher mit Aether, so geht das Fett vollkommen in Lösung über, während ohnedem der Aether nur Spuren davon auflöst.

820. Casein in der Milch. Casein und Eiweiss. *Versuch.* Versetzt man die abfiltrirte Flüssigkeit mit einigen Tropfen Essig oder Salzsäure, so scheidet sich aus derselben das Casein als eine weisse, flockige Masse ab; das Thiercasein wird nämlich, ebenso wie das Pflanzencasein (629), mit dem es rück-sichtlich seiner Zusammensetzung ganz genau übereinkommt, durch Säuren coagulirt und unlöslich gemacht. Durch zu viel Säure wird das geronnene Casein jedoch wieder aufgelöst; ebenso ist es auch in verdünnten Alkalien löslich. In gleicher Weise gerinnt die Milch augenblicklich, wenn man sie mit Säuren versetzt; die geronnene Masse schliesst hier auch die Fettkügelchen mit ein. Reines Casein ist in Wasser unlöslich, es löst sich aber darin auf, wenn Alkalien zugegen sind; diese finden sich immer in der Milch und erhalten das Casein aufgelöst. Durch die zugesetzte Säure wird dem Casein sein Alkali (Natron) entzogen und es scheidet sich in der bekannten Form des frischen Käses aus. Die beim Kochen der Milch sich oberflächlich erzeugende Haut rührt von verändertem Casein her. Das Casein gehört zu den eiweissartigen Stoffen oder Proteinstoffen; es enthält ausser Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff auch noch viel Stickstoff und etwas Schwefel in seiner Verbindung.

Eiweiss. *Versuch.* Filtrirt man das Casein von der Flüs-



sigkeit ab und bringt dann die letztere zum Kochen, so entsteht abermals eine obwohl schwächere Trübung; was sich absondert, ist Eiweiss, von dem kleine Quantitäten in jeder Milch vorhanden sind.

**821. Fettkäse und Milchzucker.** *Versuch.* Man lasse ein kleines Stückchen von einem getrockneten Kälbermagen (Lab) mit einem Löffel voll Wasser eine Nacht stehen und giesse dieses Wasser nachher zu einem Maass frischer Milch: die Milch wird, wenn man sie einige Stunden an einen warmen Ort stellt, oder schneller, wenn man sie bis 60° C. erhitzt, zu einer gallertähnlichen Masse gerinnen, welche man auf ein Filtrum bringt. Was zurückbleibt, besteht aus einem innigen Gemenge von geronnenem Casein mit den Fettkügelchen. Durch Auspressen und Trocknen erhält man daraus den sogenannten Rahm- oder Süssmilchkäse (Schweizer-, holländischer, Chester-Käse etc.).

**Milchzucker.** *Versuch.* Die abgelaufene Flüssigkeit (süsse Molken) wird durch Aufkochen von ihrem Eiweiss (Zieger) befreit und nach abermaliger Filtration so weit abgedampft, bis nur noch etwa  $\frac{1}{8}$  davon übrig ist. An einem warmen Orte setzen sich daraus kleine, harte, farblose Krystalle von Milchzucker ab. Auf diese Weise gewinnt man in der Schweiz den Milchzucker im Grossen. Die süssen Molken sind also der Hauptsache nach als eine Auflösung von Milchzucker (nebst etwas Eiweiss und einigen Salzen) in Wasser zu betrachten.

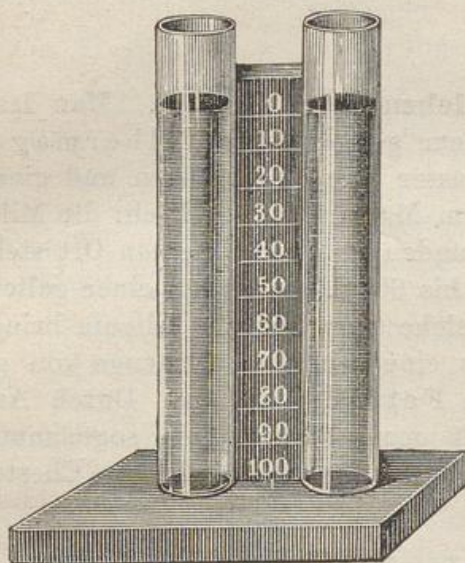
**Milchsäure.** *Versuch.* Man löse den erhaltenen Milchzucker wieder in Wasser auf und lege ein Stückchen Kälbermagen in die Lösung: die Flüssigkeit wird an einem warmen Orte bald sauer werden, weil der Milchzucker sich in Milchsäure umwandelt.

**822. Milchrahm.** *Versuch.* Man fülle ein Gläschen mit frischer Milch an, verstopfe es und stelle es verkehrt 24 bis 36 Stunden an einen kühlen Ort, dann lüfte man den Stöpsel, so dass der untere, dünnere Theil der Milch (blaue Milch) abläuft,



der obere, dickere (süsser Rahm oder Sahne) aber zurückbleibt.

Fig. 208.



Beim ruhigen Stehen steigen die leichteren Fettkügelchen der Milch in die Höhe und bilden auf der Oberfläche die bekannte fettige, dickliche Sahne. Wird diese längere Zeit geschüttelt oder geschlagen, so zerreißen die Hüllen der Fettkügelchen und diese letzteren backen zu Klumpen von Butter zusammen. Aus der abgelaufenen dünnen Milch kann man auf die schon angegebene Weise Casein, Eiweiss und Milchzucker abscheiden.

**Rahmmesser.** Zur Prüfung der Güte der Milch, welche von der in ihr enthaltenen Rahm- oder Buttermenge abhängt, bedient man sich eines Rahmmessers (Fig. 208), der aus mehreren Glascylindern besteht, welche man bis zu dem Nullpunkte der angefügten Scala mit Milch anfüllt und ruhig stehen lässt, bis sich die Rahmschicht oben angesammelt hat. Man erfährt auf diese Art leicht, wie viel Rahm 100 Thle. Milch geben, und es ist daher diese einfache Probe den Landwirthen sehr anzupfehlen, um sich über die nach Alter und Race der Kühe, wie nach deren Fütterung, sehr wechselnde Qualität der Milch ihrer einzelnen Viehstücke genaue Auskunft zu verschaffen. Gute Kuhmilch enthält zwischen 3 bis 4 Proc. Butter und liefert am Rahmmesser ungefähr 12 bis 16 Grade Rahm. Der mittlere Gehalt der Milch an Casein beträgt etwa 4 Proc., der an Milchzucker 4 Proc., der an mineralischen Bestandtheilen  $\frac{1}{2}$  Proc., der an festen Bestandtheilen etwa 12 Proc. In den ersten Tagen nach der Geburt ist die Milch weit reicher an festen Bestandtheilen und wird Colostrum genannt; zu dieser Zeit enthält sie ausser den kleinen Fettkügelchen noch grössere (Colostrumkörperchen).



**823. Butter.** Diese besteht, wie die Pflanzenfette, aus festem Palmitin und Stearin und flüssigem Olein und hat ganz die Eigenschaften der ersteren. Ausser den genannten drei Fettarten enthält die Butter aber auch noch eine kleine Quantität eines eigenthümlichen flüssigen Fettes (Butyrin), in dem mehrere flüchtige Fettsäuren gebunden sind. Bleibt Butter längere Zeit an der Luft stehen, so werden kleine Mengen von diesen flüchtigen Säuren (Buttersäure, Capronsäure etc.) in Freiheit gesetzt; diese sind die Ursache des sogenannten Alt- oder Ranzigwerdens der Butter und ertheilen derselben den bekannten unangenehmen Geruch und Geschmack. Kocht man altgewordene Butter mit der doppelten Menge Wassers einige Male auf, so werden diese Säuren aus ihr entfernt, und die Butter zeigt nach dem Erkalten wieder einen angenehmen Geschmack.

**Kunstbutter.** Beim Erkalten von geschmolzenem Rindstalg gerinnt dessen Stearin zuerst, bei  $50^{\circ}\text{C.}$ , der davon abgegossene, oleinreiche Theil, das sogenannte Oleo-Margarin, liefert nach tüchtigem Durcharbeiten mit Milch eine der Butter ähnliche Fettmasse.

**824. Freiwilliges Gerinnen der Milch.** Lässt man die Milch in offenen Gefässen längere Zeit stehen, so verwandelt sich ihr Milchzucker allmählig in Milchsäure, und diese bewirkt, wie jede andere Säure, ein Gerinnen der Milch und zugleich den bekannten sauren Geschmack derselben. Am schnellsten tritt die Säurebildung, mithin auch das Gerinnen der Milch, zur Sommerszeit und wenn die Milch, wie z. B. bei weiterem Transport derselben, stark bewegt wird, ein. In solchen Fällen lässt sich das Gerinnen durch Zusatz von etwas doppeltkohlensaurem Natron einige Zeit aufhalten, da dieses die erzeugte Säure neutralisirt und abstumpft. An kühlen Orten findet das Gerinnen erst Statt, nachdem sich die meisten Fettkügelchen oben angesammelt haben (saurer Rahm). Aus diesem Rahm bereitet man bei uns am häufigsten die Butter, und deswegen zeigt auch die hierbei übrig bleibende Buttermilch (ein Gemenge von geronnenem Casein, Milchsäure, Milchzucker, Butterklümpchen und Wasser) einen sauren Geschmack. Die unter dem Rahm befindliche sogenannte Schlickermilch enthält nur noch Spuren von Fett und besteht demnach aus Wasser, Milchsäure und coagulirtem Casein. Durch Abpressen erhält man daraus die aus



einer Lösung von Milchsäure in Wasser bestehenden sauren Molken.

Magerer Käse. Das nach dem Abpressen der sauren Molken übrigbleibende geronnene oder coagulirte Casein ist das Material, aus dem unsere gewöhnlichen mageren Kuhkäse dargestellt werden. In feuchtem Zustande aufbewahrt, erleiden diese eine Zersetzung (Fäulniss), bei der sich Ammoniak erzeugt, welches mit dem Casein eine weiche, seifenartige Masse bildet (alter Käse, Limburger etc.).

**825. Fäulniss des Caseins.** Durch sorgsame Regulirung und mannichfache Abänderung des langsamen, fauligen Zersetzungsprocesses ertheilt man dem Casein die grosse Mannichfaltigkeit von Geschmack und Geruch, welche wir an den zahlreichen Käsearten des Handels wahrnehmen. Nur in besonderen Fällen setzt man ihm noch besonders würzende Stoffe zu (Kräuter, Samen, Brotschimmel etc.). Ausser Ammoniak und Schwefelammonium (632) bilden sich hierbei, wie bei der Fäulniss der Proteinstoffe überhaupt, eigenthümliche Verbindungen verschiedener Art, von denen Leucin und Tyrosin am genauesten erforscht sind.

Leucin (Käseoxyd),  $C_6H_{13}NO_2$ , bildet kleine farblose, fettige Krystallschuppen und kann den organischen Basen zugerechnet werden, da es sich mit Säuren verbindet. Es ist ein allgemeines Zersetzungsproduct der eiweissartigen Körper und ist auch in vielen Körpertheilen (Leber, Niere etc.) aufgefunden worden.

Tyrosin,  $C_9H_{11}NO_3$ , eine schwache organische Basis, krystallisirt in langen, seidenartig glänzenden, farblosen Nadeln und erzeugt sich immer neben dem Leucin beim Faulen der Proteinstoffe, wie im thierischen Körper. Beide lassen sich auch durch langes Kochen von Eiweisskörpern oder Horngebilden mit verdünnten Säuren, oder durch gelindes Erhitzen derselben mit Kalihydrat darstellen.

Bei stark fortgeschrittener Fäulniss treten noch flüchtige Fettsäuren in reichlicher Menge auf, als: Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure, Baldriansäure, welche letzteren den üblen Geruch des alten Käse verstärken.



### III. Die Nahrungsmittel und die Verdauung. 765

**826. Gährung der Milch.** *Versuch.* Man lasse Milch in einem Gläschen stehen, bis sie eben geronnen ist, und stelle sie dann, mit einer Gasentwicklungsröhre versehen (Fig. 182), an einen 24 bis 30° C. warmen Ort: es wird in der Flüssigkeit eine lebhaftere Entwicklung von Kohlensäure eintreten, weil sich der noch nicht in Milchsäure übergegangene Milchzucker in höherer Temperatur erst in eine Art Traubenzucker (Lactose) und dann in Weingeist und Kohlensäure umwandelt. Hierbei bildet sich aber gleichzeitig auch etwas Buttersäure, die dem Branntwein, welchen man durch Destillation der ausgegohrenen und abgepressten Flüssigkeit erhält, einen unangenehmen Geschmack ertheilt. Der Kumys der Tartaren ist ein solcher, durch Gährung von Pferdemilch gewonnener Branntwein.

Milchextract oder condensirte Milch bildet jetzt einen werthvollen Handelsartikel, den man durch Abdampfen der Milch in Vacuumpfannen bis auf  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{5}$ , unter Zusatz von Rohrzucker, erhält. Die Milch hält sich in dieser Form längere Zeit unverändert.

### III. Die Nahrungsmittel und die Verdauung.

**827. Elemente des Thierkörpers.** Ueberblickt man die im Vorigen angegebenen Bestandtheile des Eies und der Milch, so findet man darin folgende Grundstoffe:

Das Ei besteht aus	Die Milch besteht aus
Wasser = H, O,	Wasser . . . = H, O,
Eieröl = H, O, C, P,	Butter . . . } = H, O, C,
Eiweiss = H, O, C, N, S, P,	Milchzucker } = H, O, C, N, S, P,
	Casein . . . } = H, O, C, N, S, P,
	Eiweiss . . . } = H, O, C, N, S, P,
Schale u. andern unorg. Stoffen	Ca, Mg, Na, K, Fe, unorganisch. } = Ca, Mg, Na, K, Fe, P, S, Si, Cl, O. Stoffen . . . }



Genau dieselben und nur dieselben Elementarstoffe findet man aber auch in dem Thierkörper; der Schluss liegt also nahe: dass die Bestandtheile des Hühnereies beim Bebrüten des Eies zur Bildung des jungen Hühnchens, und die Bestandtheile der Milch, welche die Nahrung eines jungen Säugethieres ausmacht, zum Wachsthum und zur Ernährung des letzteren verwendet werden. Gleiches geschieht auch mit den Bestandtheilen der Pflanzen- und Thierstoffe, die uns zur Speise dienen.

**828. Nahrungsmittel.** Ein vollständiges Nahrungsmittel muss alle oben angegebenen Bestandtheile, und zwar in einer lösbaren (verdaulichen) Verbindung enthalten. Die genannten näheren Bestandtheile des Eies und der Milch sind schon thierischer Natur, sie brauchen daher bei ihrer Verwendung zur Ernährung eines anderen Thieres oder des Menschen nur eine Formänderung zu erfahren, um in dem Organismus derselben wieder das zu werden, was sie vorher in einem anderen waren. Bei den vegetabilischen Nahrungsmitteln dagegen muss während des Verdauungs- und Assimilationsgeschäfts auch eine materielle Veränderung stattfinden, damit sie sich zu Bestandtheilen des Thierkörpers umwandeln können.

Von den näheren Bestandtheilen des Pflanzenreichs, welche als die Aufbaumaterialien des Thierkörpers zu gelten haben, sind die wichtigsten:

**829. Stickstoffhaltige Nährstoffe (Nh) oder Proteinstoffe,** als: Kleber, Pflanzeneiweiss, Pflanzencasein, Protoplasma etc. Diese sind so reich an Stickstoff, nächstdem auch an Phosphor (und Schwefel), wie das Eiweiss, das Casein, das Fleisch der Thiere, und den letzteren überhaupt so ähnlich, dass man annehmen kann, sie brauchen nur ihre Form zu ändern, um im Thierkörper als Fibrin, Muskelfleisch, Zellgewebe, Knorpel und anderes mehr abgelagert zu werden. Man hat sie daher auch als Blut-, Fleisch- und Knochenbildner oder als plastische Nahrungsmittel bezeichnet. Sie gewinnen noch durch die Thatsache eine höhere Bedeutung, dass in dem Thiere, so lange es lebt, eine stete Erneuerung der Körpertheile stattfindet, indem diese zum Theil verflüssigt oder abgestossen und durch die Excremente und den Urin ausgeschieden werden. Ausser zum Wachsthum



### III. Die Nahrungsmittel und die Verdauung. 767

oder zur Production von Fleisch, Milch, Wolle, Kraft etc. sind sonach Tag für Tag gewisse Mengen dieser Nährstoffe nöthig, um jenen Abgang zu ersetzen und die nöthigen Neubildungen auszuführen.

Unter den Pflanzentheilen sind immer die Samen am reichsten an Proteinstoffen und Phosphorsäure, obenan die der Hülsenfrüchte und Oelpflanzen. Der Landwirth weiss aus Erfahrung, dass er von denselben die höchsten Leistungen, so bei der Aufzucht, wie bei Milch-, Mast- und Zugvieh, zu erwarten hat, er betrachtet sie daher mit Recht als Kraftfuttermittel. Blätter und Stengel können nur in ihrer Jugendzeit als solche gelten.

Die vorher angedeuteten Wachstums- und Erneuerungsprocesse gehen in dem Thierkörper nur vor sich, wenn in demselben eine Temperatur von beiläufig 30° R. unterhalten wird. Zur Erzeugung dieser Wärme tragen zwar die stickstoffhaltigen Bestandtheile auch bei, doch nur zu einem sehr kleinen Theile und wenn sie im Ueberschuss gereicht werden. Die eigentlichen Wärmeerzeuger sind die stickstofffreien Bestandtheile der Pflanzen.

**830. Stickstofffreie Nährstoffe** (Nl = stickstofflose). Diese bilden die Hauptmasse des Pflanzenkörpers und werden wegen ihrer verschiedenen Leistungsfähigkeit im Ernährungsprocesse bei den Futteranalysen in folgende drei Gruppen geschieden:

a) Stickstofffreie Extractstoffe oder Kohlenhydrate. Zu ihnen sind zu rechnen: Zucker, Dextrin, Gummi, Stärke, (Pflanzensäuren und andere). Sie verschwinden, insofern sie verdaulich sind, während ihres Durchganges durch den Körper, indem ihr Kohlenstoff sich mit dem vom Blute aufgenommenen Sauerstoff der eingeathmeten Luft verbindet und als Kohlensäure ausgeathmet, ihr Wasser- und Sauerstoff aber als Wasser durch Lunge, Haut und die Nieren ausgeschieden wird. Man bezeichnet sie daher als Athmungs- oder Respirationsmittel. Bei dieser Verbindung, welche als eine langsame Verbrennung des Kohlenstoffs anzusehen ist und durch die Blutgefässe in allen Körpertheilen vermittelt wird, wird die in diesen wahrzunehmende Wärme entwickelt. Man kann daher die stickstofffreien Nährstoffe auch als die Heizmaterialien für den Thierkörper ansehen.



Ausserdem stellen dieselben das Material dar, aus welchem das Thier sich seine stickstofffreien Bestandtheile: die Milchsäure des Fleisches und Magensaftes, den Milchzucker und die Butter der Milch und das anderweite Fett des Thierkörpers (Oel, Schmalz, Talg, Knochenfett, Gallenfett etc.) aufbauen kann, wenn die Nahrung nicht genug Pflanzenfett enthält. Reichliche Ablagerung von Fett erfolgt aber nur, wenn den Thieren, wie bei der Mästung, ein Ueberschuss von Extractstoffen oder Pflanzenfetten über das zur Wärmeerzeugung erforderliche Quantum gereicht wird, zugleich nebst einem Ueberschusse von Proteinstoffen. Diese letzteren sind zur Bildung von den Zellen, welche die eigentliche Fettmasse einschliessen, nothwendig, ja neuere Untersuchungen sprechen dafür, dass sie auch direct an der Fettbildung Antheil nehmen und dass wenigstens bei Fleischfressern das Fett hauptsächlich aus den Proteinstoffen der Nahrung erzeugt wird. Besonders reich an Extractstoffen sind die Runkelrüben, Kartoffeln, die mehltreichen Samen und die jungen Futterpflanzen; letztere zwei zugleich auch reich an Proteinstoffen.

b) Fette und Oele. Von ihnen gilt dasselbe, wie von den Extractstoffen; sie dienen bei der Ernährung der Thiere als Respirationsmittel und Fettbildner. Da sie mehr Kohlenstoff als jene, und überdies auch noch verbrennbaren Wasserstoff enthalten, dieser letztere aber bei seiner Verbindung mit Sauerstoff ein weit grösseres Wärmequantum in Freiheit setzt, als bei der Verbindung des Kohlenstoffs geschieht, so vermögen die Fette und fetten Oele als Nahrungsmittel eine weit höhere Leistung auszuüben als die Extractstoffe; 1 Pfd. davon leistet etwa so viel als  $2\frac{1}{2}$  Pfd. Extractstoffe. Und ebenso hat man bei der Mästung anzunehmen, dass 1 Pfd. Pflanzenfett sich in 1 Pfd. Thierfett umwandeln könne, während von Extractstoffen  $2\frac{1}{2}$  Pfd. hierzu nöthig wären. Die Fette kommen in den Pflanzen am häufigsten in flüssiger Form, als fette Oele vor; alle Pflanzen enthalten solche, aber meist nur in kleinen Mengen (1 bis 3 Proc.); grössere Mengen davon finden sich nur in gewissen Pflanzenfamilien, und zwar hauptsächlich in den Samen, so namentlich in den Lein-, Mohn-, Hanfsamen, in den Raps- und Rübsensamen, in den Samenkernen der Mandel, Pflaume und anderer mehr. Unter den Samen der Getreidearten und Hülsenfrüchte sind die von Mais und Lupinen am ölreichsten (6 bis 8 Proc.).



### III. Die Nahrungsmittel und die Verdauung. 769

c) **Holzfaser oder Cellulose.** Die unlöslichen Wände und Häute der Pflanzenzellen galten bis vor Kurzem als unverdaulich, neuere Versuche haben aber gezeigt, dass nicht bloss von der zarten Pflanzenfaser der jungen Pflanzen, sondern selbst von der harten des Strohes und des Holzes der Bäume beträchtliche Mengen, insbesondere von den Wiederkäuern, bei der Verdauung gelöst werden und an der Ernährung der Thiere Antheil nehmen. Da die Cellulose dieselbe Zusammensetzung hat, wie die Kohlenhydrate Stärke, Zucker etc., so wirkt sie ohne Zweifel wie diese, als Respirationsmittel, doch ist ihre Nährkraft, ihrer schweren Löslichkeit halber, eine weit schwächere.

**831. Unorganische Nährstoffe.** Die Knochenmasse braucht insbesondere Kalk und Phosphorsäure, das Blut insbesondere Natron und Phosphorsäure, das Fleisch insbesondere Kali und Phosphorsäure, die Milch Kali, Kalk und Phosphorsäure zu ihrer Bildung. Von den Pflanzenarten und Pflanzentheilen zeichnen sich aus: die Samen und Samentheile durch grossen Reichthum an Phosphorsäure; die Knollen und Wurzeln durch grossen Reichthum an Kali; Klee und Hülsenfrüchte durch grossen Reichthum an Kalk etc. (798). Angesichts dieser Verschiedenheiten ist bei der Zusammensetzung der Futtermischungen auch darauf zu achten, dass keine der für den Thierkörper nothwendigen mineralischen Baumaterialien in der Mischung in ungenügender Menge vorhanden sei.

#### Die Verdauung.

**832.** Die Vorbereitung zur Lösung der Nahrungsmittel erfolgt schon im Munde, nicht bloss durch die mechanische Zerkleinerung derselben mittelst des Zerkauens, sondern auch chemisch durch die Vermischung mit dem Speichel, welcher neben Schleim und mehren Salzen einen noch nicht genauer gekannten organischen Stoff, Ptyalin oder Speichelstoff, enthält, der wie das Diastas (607) die Kraft besitzt, Stärke in Dextrin und Zucker umzuwandeln.

In dem Magen vermischen sich die genossenen Nahrungsmittel mit dem sauren Magensaft, einer freien Milchsäure,

Stöckhardt, die Schule der Chemie.



Salzsäure, Kochsalz und eine besondere organische Substanz, Pepsin oder Verdauungsstoff, enthaltenden Flüssigkeit, die von der inneren Haut (Schleimhaut) des Magens abgesondert wird und eine überaus starke, aufschliessende und lösende Kraft besitzt. Die Speisen erweichen dadurch und gehen zum grossen Theil in eine auflösliche, weisse, breiartige Masse über, die den Namen Chymus oder Speisebrei führt. Die Salzsäure entsteht jedenfalls durch eine in dem Körper stattfindende Zersetzung des genossenen Kochsalzes und ist zur Auflösung und Assimilation (Verdauung) der Speisen unentbehrlich. Wie dieselbe wirkt, ergibt sich daraus, dass mit Salzsäure schwach sauer gemachtes Wasser, wenn man es vorher mit einem Stückchen Magenschleimhaut (Kälbermagen) einen Tag lang in Berührung gelassen hat, die Fähigkeit erlangt, bei einer Temperatur von 30 bis 40° C. hartgekochtes Eiweiss, Fleisch und andere Speisen aufzulösen, die in bloss angesäuertem Wasser nicht löslich sind. Aus dem Speisebrei wird alles, was auflöslich geworden ist, während des Durchganges durch die Eingeweide aufgesogen und als Nahrungssaft oder Chylus dem Blute zugeführt. Der Chylus ist eine gelbliche, milchähnliche, alkalisch reagirende Flüssigkeit, in welcher kleine Kügelchen (Chyluskörperchen oder Lymphkörperchen und andere) umherschweben. Nach der Entfernung aus dem Körper gerinnt er nach kurzer Zeit. Der Verlauf der Veränderungen, welche die Speisen in dem thierischen Körper erfahren, ist hiernach folgender: Aus den Speisen wird Speisebrei, aus diesem Nahrungssaft, aus diesem Blut; aus dem Blute aber bilden sich alle die zahllosen Organe und Bestandtheile des Thierkörpers, ähnlich, wie sich aus dem Pflanzensaft alle Organe und Bestandtheile der Pflanzen erzeugen.

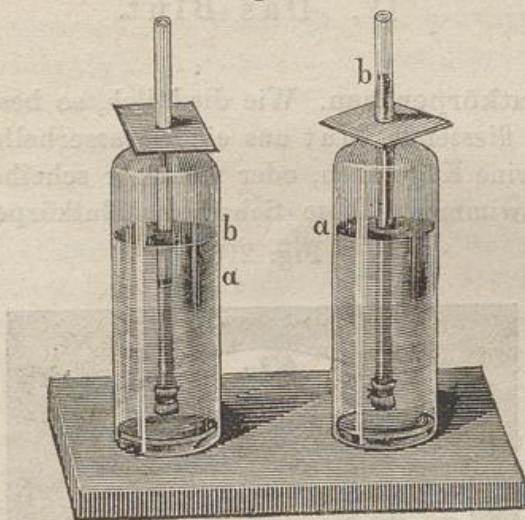
**833. Aufsaugung. Endosmose. Versuch.** Man fülle eine mit Blase überbundene Glasröhre halb voll mit gequirtem und durch ein Tuch geseihtem Ochsenblute und stelle sie bis zu gleichem Niveau in warmes Wasser: das Blut wird nach kurzer Zeit in die Höhe steigen (ganz so wie das Salzwasser im Versuche 802), weil das Wasser durch die Blase zu dem Blute übergeht. Der Grund dieses Uebergangs ist in dem reichen Salzgehalte (nahezu 1 Proc.) des Blutes zu suchen, wie man leicht durch einen zweiten Versuch nachweisen kann, zu dem man statt



### III. Die Nahrungsmittel und die Verdauung. 771

des Blutes die klare Blutflüssigkeit anwendet, die man erhält, wenn man das Blut aufkocht und die geronnene Masse in einem

Fig. 209.



leinenen Tuche abpresst. In dieser Flüssigkeit befinden sich nur noch die löslichen Salze des Blutes, die vorherrschend aus Kochsalz bestehen; dennoch aber zeigt sie dasselbe Verhalten wie das Blut in Substanz, sie zieht das Wasser an sich. Diese Versuche gewähren einige Einsicht in das Wesen des Aufsaugungsprocesses, wie er im Thierkörper stattfindet. Der Magen und der ganze Verdauungscanal sind von Blutgefäßen umgeben, in denen sich das Blut mit einer grossen Geschwindigkeit bewegt. Das Blut ist weit salzreicher als der aus den Speisen und Getränken entstehende Magen- und Darminhalt, es findet demnach eine gleiche Endosmose oder Durchschwitzung der Flüssigkeit des letzteren zu dem Blute Statt wie bei obigem Versuche. Durch die Harnwerkzeuge wird das übergeströmte Wasser sogleich wieder aus dem flüssigen Blute entfernt und dieses stets auf einem gleichen Zustande der Concentration erhalten. Hiernach hat also das Kochsalz auch noch wegen der angegebenen physikalischen Eigenschaft eine besondere Bedeutung für das Thierleben.



## IV. Das Blut.

**834. Blutkörperchen.** Wie die Milch, so besteht auch das in den Adern fließende Blut aus einer wasserhellen Flüssigkeit, in welcher kleine Kügelchen, oder richtiger scheibenförmige Zellen umherschwimmen; diese Scheiben (Blutkörperchen) haben

Fig. 210.



jedoch eine rothe Farbe und sind die Ursache der Farbe des Blutes. Die beistehende Abbildung zeigt die Blutkörperchen in dem menschlichen Blute, wie sie durch starke Vergrößerung erscheinen. Die mit *a* bezeichneten sind platt aufliegend, die mit *b* bezeichneten hingegen aufgerichtet. Ein Cubikmillimeter enthält wohl 5 Millionen solcher Körperchen. Ausserdem findet man in dem Blute unter dem Mikroskop noch farblose Kügelchen, welche theils Fetttröpfchen, theils Chyluskörperchen sind.

**835. Blutkuchen und Blutwasser. Versuch.** Lässt man das Blut eines Thieres ruhig in einem Gefässe stehen, so erleidet es binnen kurzer Zeit eine Veränderung: es gerinnt nämlich zu einer dunkelrothen Gallerte (Blutkuchen), die sich bei



längerem Stehen zusammenzieht und eine gelbliche Flüssigkeit ausscheidet (Blutwasser oder Blutserum). Wird das Blutwasser bis zum Kochen erhitzt, so gerinnt es zu einer weissen Gallerte: es besteht nämlich aus einer Lösung von Eiweiss; auch kleine Mengen von Harnstoff und Bernsteinsäure hat man darin gefunden, in besonderen Fällen auch von Zucker. In dem Blutkuchen sind zwei Körper mit einander vereinigt: die rothen Blutkörperchen und eine weisse, faserige Masse, Blutfibrin. So lange das Blut in den Adern bleibt, ist das Fibrin, wie das Eiweiss, gelöst, ersteres wird aber unlöslich, so wie das Blut den Thierkörper verlassen hat. Die bis jetzt genannten Bestandtheile des Blutes ändern sich beim ruhigen Stehen desselben in folgender Weise um:

Aus	<u>Wasser, Eiweiss,</u>	<u>Blutkörperchen, Fibrin</u>
entsteht:	Blutwasser	und Blutkuchen.

**836. Blutfibrin. Versuch.** Wird das frisch aus der Ader kommende Blut während des Erkaltens gequirlt oder geschlagen, so gerinnt es nicht; das Fibrin wird zwar auch unlöslich, aber als eine fadenartig zusammenhängende Masse, die mit Wasser lange geknetet, endlich weiss wird und nach dem Trocknen eine den Fleischfasern ähnliche Beschaffenheit zeigt. In der That kann es auch als halbfertiges Fleisch angesehen werden, da es mit diesem eine grosse Aehnlichkeit und eine gleiche Zusammensetzung hat und aus ihm sich jedenfalls das Fleisch des Thierkörpers bildet. Andererseits kommt es wieder mit dem geronnenen Eiweiss in seinen chemischen Eigenschaften nahe überein. Nach neueren Untersuchungen nimmt man an, dass das Blut, so lange es in dem Körper circulirt, zwei eigenthümliche Eiweisskörper, von denen der eine fibroplastische, der andere fibrogene Substanz benannt worden, enthalte, dass diese aber ausserhalb des Körpers alsbald zu unlöslichem Fibrin zusammentreten. Das übrig bleibende Blut behält nach der Ausscheidung des Fibrins seine rothe Farbe und gesteht erst beim Kochen zu einer Gallerte von dunkelrother Farbe, wie man diese in der sogenannten Blutwurst wahrnimmt. Die beim Quirlen des Blutes eintretende Veränderung des Blutes ist hiernach folgende:

<u>Wasser, Eiweiss, Blutkörperchen</u>	Fibrin
bleiben flüssig.	wird fest.



837. **Hämaglobin und Hämatin.** Vermischt man das geronnene, fibrinfreie Blut mit einer grossen Menge von gesättigter Glaubersalzlösung, so werden die Blutkörperchen, ähnlich wie die Fettkügelchen der Milch (819), so compact, dass sie auf einem Papierfilter zurückbleiben. Man nannte diese dunkelrothe, gallertartige Blutkügelchenmasse bisher Blutroth; sie lässt sich jedoch in zwei selbstständige Körper trennen, welche die Namen Hämaglobin und Hämatin erhalten haben und durch eine häutige Hülle, wie in einer Zelle, in den Blutkörperchen umschlossen sind. Wird das abfiltrirte Blutroth mit Wasser versetzt, so schwellen die Blutkörperchen auf und beide Bestandtheile derselben werden nach und nach löslich, so dass nur ihre Hüllen zurückbleiben. Erhitzt man die Lösung, so gerinnen selbige zu einer rothbraunen, getrocknet schwarzen Masse.

Das Hämaglobin macht den Hauptbestandtheil der Blutkörperchen vom Menschen und den meisten Wirbelthieren aus und kann unter Umständen regelmässige Krystalle bilden, die sich in Wasser schwer lösen und dasselbe blutroth färben. Sehr merkwürdig ist sein Verhalten zum Sauerstoff und anderen Gasen, mit denen es sich zu eigenthümlichen, loserer Verbindungen vereinigt, die zwar ebenfalls krystallisiren können, aber die gebundenen Gase allmähig wieder abgeben. Hierdurch erlangen die Blutkörperchen die Fähigkeit, beim Athmungsprocesse Sauerstoff aufzunehmen; das hochrothe Arterienblut enthält solche mit Sauerstoff verbundene Blutkörperchen, während das dunkle Venenblut solche enthält, welche den Sauerstoff grösstentheils schon wieder verloren haben. Das Hämatin stellt den Farbstoff des rothen Blutes dar und bildet getrocknet eine schwarzbraune Masse, die sich in Wasser nicht, in Alkalien aber mit dunkelrother Farbe auflöst. Bemerkenswerth erscheint, dass sie sehr eisenreich ist, da sie beim Verbrennen 10 Proc. Eisenoxyd hinterlässt. Man kann dem Hämatin das Eisen entziehen, ohne dass es seine rothe Farbe verliert. Mit Salzsäure giebt dasselbe eine krystallisirbare Verbindung, Chlorwasserstoff-Hämatin.

838. **Unorganische Blutbestandtheile.** Ausser den organischen näheren Bestandtheilen, von denen in 100 Menschenblut 12,7 Blutkörperchen, 7 Eiweiss und 0,3 Fibrin, neben 79 Wasser gefunden wurden, enthält dasselbe noch gegen 1 Proc. Salze.



Wird Blut zur Trockne verdampft und längere Zeit an der Luft erhitzt, so verbrennt es endlich bis auf einen Rückstand von ungefähr 8 Proc. Asche (für das trockne Blut). Diese Asche besteht vorherrschend aus phosphorsauren Salzen und Kochsalz; von anderen Säuren sind noch Schwefelsäure (und fette Säuren), von Basen noch Kali, Kalk- und Talkerde und Eisenoxyd darin zugegen. Wir haben also in dem Blute dieselben unorganischen Bestandtheile, die wir in der Asche des Eies und der Milch, neben reichlichen Proteinstoffen, antreffen. Unter den vegetabilischen Nahrungsmitteln zeichnen sich die Samen insbesondere durch einen bedeutenden Gehalt an Proteinstoffen und Phosphorsäure etc. aus, wir betrachten sie daher als die Materialien, mittelst deren — unter Beigabe von Kochsalz — eine reichliche Bluterzeugung bewirkt werden kann.

In Krankheitsfällen wird die Zusammensetzung des Blutes mannichfach geändert, indess fehlen hierüber noch genauere Untersuchungen.

**839. Lymphe.** Eine dem Blute ganz ähnliche Zusammensetzung hat die unter dem Namen Lymphe bekannte, gelbliche, wässrige Flüssigkeit des Thierkörpers, die sich, z. B. bei Brandblasen, schnell unter der Haut ansammelt; nur enthält diese keine rothen Kügelchen, wie das Blut, sondern farblose Lymph- oder Chyluskörperchen, nebst mikroskopischen Fetttröpfchen. Gelöst sind Eiweiss und fibrinartige Stoffe, doch in beträchtlich geringerer Menge als im Blute.

---

## V. Die Athmung oder Respiration.

**840. Veränderung des Blutes beim Athmen.** So lange ein Thier lebt, ist sein Blut in steter Bewegung und in steter Veränderung begriffen. Von dem Herzen aus strömt hellrothes Blut durch die mehr innerlich liegenden Pulsadern (Arterien) in



alle Theile des Körpers; von diesen kehrt es, dunkler gefärbt, durch die mehr äusserlich liegenden Drosseladern (Venen) wieder zum Herzen zurück. Ehe das letztere aber seinen Kreislauf von Neuem beginnt, wird es durch die Lungen getrieben, in denen es mit der eingeathmeten Luft in innige Berührung kommt und durch diese eine höchst auffallende Veränderung erfährt. Während der Berührung mit der Luft verwandelt sich nämlich das dunkle Venenblut durch Abgabe von Kohlensäure und Aufnahme von Sauerstoff wieder in hellrothes Arterienblut; die atmosphärische Luft verliert sonach in der Lunge einen Theil ihres freien Sauerstoffs und empfängt dafür Kohlensäure und Wasserdunst, die ausgeathmete Luft ist sonach ärmer an Sauerstoff, dagegen reicher an Kohlensäure und Wasserdunst, als die eingeathmete.

In der Kohlensäure und dem Wasserdunst haben wir die Endproducte der in dem Thierkörper stattfindenden chemischen Rückbildung zu erblicken; den zu ihrer Bildung erforderlichen Sauerstoff transportirt das Arterienblut nach allen Körpertheilen bis in die feinsten Capillargefässe, den Rücktransport der durch Oxydation, Spaltung und auf mannichfache andere Weise erzeugten, für den Lebensprocess nicht weiter verwendbaren Endproducte des Stoffwechsels besorgt das Venenblut. Die ausgeathmete Luft enthält 3 bis 6 Proc. Kohlensäure und ist mit Feuchtigkeit ziemlich oder ganz gesättigt; eine brennende Kerze löscht in ihr aus. Dem Volumen nach beträgt die Menge des durch die Lungenathmung aufgenommenen Sauerstoffs ein wenig mehr als die der abgegebenen Kohlensäure; doch wechselt dieses Verhältniss nach den Tageszeiten, am Tage überwiegt die Kohlensäureausscheidung, während des Nachts mehr Sauerstoff, gleichsam auf Vorrath, aufgenommen wird; ebenso wird die Ausscheidung von Kohlensäure durch starke Arbeit und Bewegung gesteigert. Die Nothwendigkeit einer guten Ventilation für Wohn- und Schlafstuben, wie für Viehställe, erhellt aus dem Mitgetheilten von selbst.

841. **Respirationsmittel.** Die durch Athmung herbeigeführte Veränderung der Luft hat, wie man leicht sieht, die grösste Aehnlichkeit mit derjenigen, welche die Luft bei dem Verbrennungsprocesse erleidet; denn auch hier wird ihr freier



Sauerstoff in Kohlensäure und Wasser umgewandelt. Ja, diese Aehnlichkeit wird noch grösser, wenn man weiter berücksichtigt, dass auch im thierischen Körper, so lange er lebt und athmet, Wärme frei wird, und dass auch die genossene Nahrung in ihm, ähnlich wie das Holz im Ofen, bis auf den verhältnissmässig geringen Theil, der in der Gestalt von Excrementen fortgeht, verschwindet. Ihr Verschwinden erfolgt nach den complicirtesten Vorgängen im Schlussacte genau auf dieselbe Weise, wie das des Holzes, mit dem wir unsere Stuben erwärmen; es schliesst ab mit einer Verwandlung der ersteren in luftförmige Verbindungen, in Kohlensäure und Wasserdampf, welche theils ausgeathmet, theils durch die Haut ausgedünstet werden. Hierzu werden hauptsächlich die stickstofffreien Nahrungsmittel, z. B. Stärke, Zucker, Gummi, Fett, Milchsäure und andere organische Säuren, Bier, Wein etc. verwendet und man nennt diese deshalb Respirationsmittel (830). Da ein erwachsener Mensch in der Stunde gegen 20 Liter Kohlensäure ausathmet, so berechnet sich der auf diesem Wege ausgeschiedene Kohlenstoff im Jahre auf etwa 180 Pfd., ein Quantum, welches ungefähr von 400 Pfd. Stärkemehl geliefert werden würde.

## VI. Das Muskelgewebe.

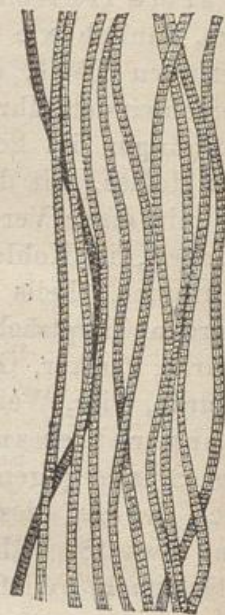
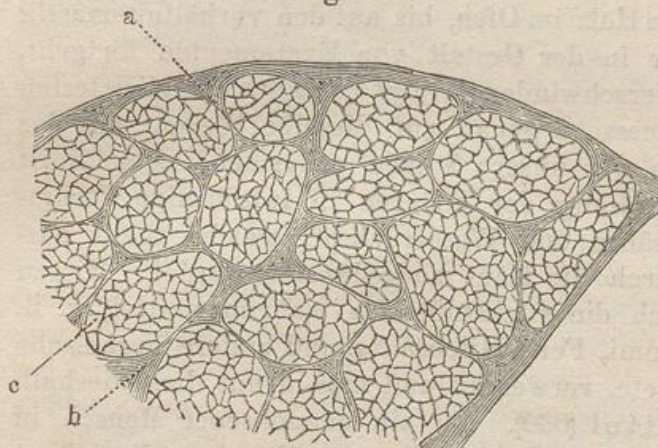
842. Das Muskelgewebe oder die Muskelfaser macht den Hauptbestandtheil des eigentlichen Fleisches und die Hauptmasse des ganzen Thierkörpers aus. Dasselbe besteht aus zusammengehäuften Bündeln von feinen Fäden, die mit Zellgewebe, Nerven und Adern durchwebt, von Fett und einer wässerigen Flüssigkeit innig durchdrungen und durch Sehnen mit den Knochen verbunden sind. In Fig. 211 (a. f. S.) ist der Querschnitt eines Muskelstücks bei schwacher Vergrösserung abgebildet. Man sieht daran die durch Zellgewebe zu grösseren Bündeln vereinigte und selbst wieder aus kleineren Bündeln be-



stehende Muskelsubstanz. Jedes der kleineren Muskelbündel, die ebenfalls von besonderen Zellgewebscheiden umhüllt sind, wird

Fig. 212.

Fig. 211.



von zahlreichen, fein der Quere nach gestreiften, erst bei sehr starker Vergrößerung sichtbaren Fasern (Primitivfasern des Muskels) zusammengesetzt, wie deren einige in Fig. 212 abgebildet sind. Bei guter Ernährung der Thiere lagern sich unter Ausscheidung von Wasser in dem Zellgewebe Fettzellen ab, welche die Schmackhaftigkeit und Nährfähigkeit des Fleisches wesentlich erhöhen. So wurden in dem Muskelfleische (Schulterstück) eines fetten und mageren Ochsens in Procenten gefunden:

	Muskelfaser	Fett	Wasser	Nährstoffe überhaupt.
Beim fetten Ochsen . .	35	24	40	59 Proc.
Beim mageren Ochsen	30	8	60	38 „

In anderen Untersuchungen wurde der Wassergehalt noch viel höher, zu 70 bis 77 Proc., gefunden, so dass man den mittleren Gehalt des mageren Fleisches an festen Bestandtheilen oder Nährstoffen nur zu 23 bis 30 Proc. anzunehmen pflegt. Ungefähr  $\frac{1}{4}$  derselben ist löslich und lässt sich durch Wasser ausziehen (Fleischflüssigkeit), während  $\frac{3}{4}$  unlöslich sind (Muskelfaser).



**843. Fleischflüssigkeit oder Fleischsaft. Versuch.** Man hacke  $\frac{1}{4}$  Pfund mageres Fleisch sehr fein, übergiesse es mit  $\frac{1}{4}$  Pfund Wasser und presse das Flüssige nach viertelstündigem Stehen durch ein leinenes Läppchen ab; der Rückstand wird noch einmal mit ebensoviel Wasser übergossen und die abgepresste Flüssigkeit mit der ersteren vermischt. In der erhaltenen röthlichen Fleischflüssigkeit sind fast alle löslichen, und zugleich alle schmeckenden und riechenden Bestandtheile des Fleisches enthalten. Erhitzt man sie bis zu  $60^{\circ}$  C., so sondert sich eine schaumige Masse daraus ab, die aus geronnenem Eiweiss besteht. Kocht man die von diesem abfiltrirte Flüssigkeit einige Zeit, so entsteht eine neue Trübung, welche von dem Hämoglobin (837) des aus dem Fleische mitausgezogenen Blutes herrührt, das bei der Siedhitze ebenfalls gerinnt. Die nun übrig bleibende saure Fleischbrühe (Bouillon) enthält freie Phosphorsäure, Milchsäure, Inosinsäure, phosphorsaure und milchsaure Alkalien (viel Kali, wenig Natron), phosphorsaure Magnesia, und von organischen Stoffen, so weit man diese bis jetzt kennt, ausser der schon erwähnten Milchsäure und Inosinsäure: Kreatin, Sarkin, Xanthin, Carnin, Inosit (628), Traubenzucker und Dextrin etc. Durch Abdampfen wird die Fleischbrühe gelb und endlich braun (Bratenbrühe).

**Fleischextract.** Dampft man die Fleischbrühe im Wasserbade bis zur Extractconsistenz ein, so erhält man das von Liebig empfohlene Fleischextract, welches sich lange ohne Veränderung aufbewahren lässt und jetzt an mehreren Orten Südamerikas aus Büffel- und Schaffleisch fabrikmässig dargestellt wird und allgemeine Verbreitung gefunden hat. 1 Theil davon reicht hin, um 30 Theile heisses Wasser, dem man etwas Kochsalz zugesetzt hat, in eine starke und wohlschmeckende Fleischbrühe zu verwandeln.

Kreatin,  $C_4H_9N_3O_2$ , krystallisirt in farblosen Prismen und ist eine organische Basis; ein Zersetzungsproduct desselben ist das ebenfalls basische Kreatinin, welches sich im Urin vorfindet. Durch Kochen mit Barytwasser spaltet es sich in Harnstoff und Sarkosin.

Sarkin,  $C_5H_4N_4O$ , ein weisses krystallinisches Pulver, gehört gleicherweise zu den organischen Basen und lässt sich auch,



wie das ihm ähnliche Xanthin,  $C_5H_4N_4O_2$ , durch Reduction der Harnsäure erzeugen. Nach den nahen Beziehungen sind Kreatin, Sarkin und Xanthin als Rückbildungsproducte des Muskelgewebes anzusehen.

**844. Muskelfaser. Versuch.** Kocht man den vom vorigen Versuche übrig gebliebenen Fleischrückstand einige Stunden mit Wasser, so erhält man durch Auflösung des Zellgewebes eine in der Kälte zu einer Gallerte gestehende Flüssigkeit, die der Hauptsache nach aus einer Auflösung von Leim besteht. Die obenauf schwimmenden Fettaugen rühren von dem Talg oder Fett des Fleisches her. Was übrig bleibt, ist Fleischfaser, eine milchweisse, harte, geschmack- und geruchlose, faserige Masse, welche mit dem coagulirten Blutfibrin oder Eiweiss die grösste Aehnlichkeit hat. In diesem verhärteten Zustande ist die Fleischfaser schwer verdaulich und wenig nahrhaft; sie besteht hauptsächlich aus Myosin.

**Myosin oder Muskelfibrin.** Wird zerkleinertes und mit Wasser ausgezogenes Muskelfleisch mit mässig starker (8 bis 10procentiger) Kochsalzlösung längere Zeit stehen gelassen, so zergeht die Hauptmasse desselben zu einer schleimigen Flüssigkeit, aus welcher sich durch Zusatz von vielem Wasser, oder auch von ganz starker Kochsalzlösung, das Myosin in eiweissähnlichen Flocken niederschlägt. Das Gerinnen des Myosins bewirkt wahrscheinlich das Steifwerden des Muskelgewebes nach dem Entweichen des Lebens (Todtenstarre).

**Syntonin oder Parapepton.** Myosin löst sich auch in 80- bis 100fach verdünnter Salzsäure, ändert sich aber bald in das ihm ähnliche, aber in Salzwasser nicht mehr lösliche Syntonin um, welches durch vorsichtige Neutralisation der Säure mit kohlensaurem Natron gallertartig ausgefällt wird. In ähnlicher Weise bildet es sich aus den Proteinstoffen der Nahrungsmittel bei der Verdauung und löst sich im Magensaft auf.

**845. Kochen des Fleisches.** Um durch Kochen ein vorzüglich weiches, wohlschmeckendes und nahrhaftes Fleisch zu erhalten, muss man dafür sorgen, dass die Fleischflüssigkeit während des Kochens nicht aus dem Fleische herausgezogen werde, sondern darin bleibe, und dass das Kochen nicht zu lange fort-



gesetzt werde. Bleibt das in der Fleischflüssigkeit enthaltene Eiweiss zwischen den Fleischfasern, so erhält man ein zartes gekochtes oder gebratenes Fleisch; geht es während des Kochens oder Bratens in die Brühe über, so wird das Fleisch zähe und hart. Am besten bringt man das zu kochende Fleisch in siedendes Wasser, unterhält das Sieden einige Minuten und lässt es dann an einer Stelle des Ofens, wo es nur etwa 70° C. heiss bleibt, einige Stunden stehen. Bei diesem Verfahren gerinnt das in der äusseren Fleischschicht befindliche Eiweiss sogleich durch das siedende Wasser und bildet in geronnenem Zustande eine Hülle, die ebenso das Austreten der Fleischflüssigkeit, als das Eindringen des äusseren Wassers ins Innere des Fleischstückes verhindert.

**846. Bereitung von Fleischbrühe.** Umgekehrt muss man verfahren, wenn man eine gute und reichliche Brühe aus dem Fleische gewinnen will. Man hackt zu dem Ende das Fleisch fein, mischt es mit dem gleichen Gewichte kalten Wassers gleichförmig, erhitzt es damit langsam bis zum Aufwallen, welches man nur einige Minuten andauern lässt, und presst endlich die Flüssigkeit ab. Versetzt man diese mit etwas Kochsalz und den anderen Zuthaten, womit man die Fleischbrühe gewöhnlich würzt, und färbt sie, um ihr die übliche, beliebte, bräunliche Farbe zu geben, mit braungebrannten Zwiebeln oder gebranntem Zucker etwas dunkler, so erhält man auf diese Weise die beste Fleischbrühe, welche sich aus einer gegebenen Fleischmenge überhaupt bereiten lässt. Der Gehalt derselben an Leim ist nur sehr gering; die früher gebräuchlichen, fast nur aus Leim bestehenden Suppen- oder Bouillontafeln waren deshalb nicht im Stande, eine gute Fleischbrühe zu liefern.

Bei der Untersuchung von magerem Rindfleisch wurden in 100 Pfd. gefunden:

In lauem Wasser lösliches Eiweiss circa . . . .	3,0
In lauem Wasser lösliche Extractstoffe circa . .	3,0
Durch langes Kochen gebildeter Leim . . . . .	0,6
Talg . . . . .	2,0
Saft- und geschmacklose Fleischfaser . . . . .	16,4
	<hr/>
	25,0



847. **Einpöckeln und Räuchern von Fleisch.** Eine allgemein bekannte Methode, das Fleisch längere Zeit zu conserviren, besteht darin, dass man es einpöckelt, d. h. mit Kochsalz einreibt und bestreut und einige Zeit, über einander geschichtet oder gepresst, liegen lässt. Hierbei zieht das Kochsalz  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{2}$  von der Fleischflüssigkeit aus dem Fleische heraus, löst sich darin auf und bildet damit die sogenannte Salzlake. Da so nach mit dieser Lake ein grosser Theil des für die Verdauung und Ernährung besonders wichtigen Fleischsaftes aus dem Fleische entfernt wird, so stellt das Rauchfleisch ein weniger vollkommenes Nahrungsmittel dar, als das frische. Vom Räuchern des Fleisches ist schon in 573 die Rede gewesen. An sich sind Pöckel- und Rauchfleisch, Pfund gegen Pfund, bedeutend reicher an nährender Masse, als das frische Fleisch, weil sie weit weniger Wasser enthalten.

**Finnen und Trichinen.** Das Fleisch der Schweine wird nicht selten durch zwei Parasiten gesundheitsschädlich, durch die schon längst bekannten Finnen und durch die mikroskopischen Trichinen. Wie der Genuss von finnigem Fleisch Veranlassung zur Entstehung von Bandwürmern giebt, so führt der von trichinenhaltigem Fleisch zur Bildung und Anhäufung von Trichinen im Muskelfleische des Menschen, woraus schwere, selbst tödtliche Erkrankungen entstehen können. Durch Kochen und Braten des Fleisches, wie durch sehr vollständiges Pöckeln und Räuchern (nicht mit Holzessig, sondern mit Rauch) wird das Leben dieser Parasiten jedoch vernichtet.

---

## VII. Die Galle.

848. Die Galle sondert sich in der Leber aus dem Venenblute ab und wird aus dieser zur Verdauungszeit in den Zwölffingerdarm, ausser dieser Zeit aber zur Gallenblase geleitet. Sie



besteht aus einer dicklichen, grüngelben Flüssigkeit und besitzt einen sehr bitteren Geschmack und eigenthümlichen Geruch und eine schwach basische Reaction. Die Ochsen-galle, welche man am genauesten untersucht hat, enthält als Hauptbestandtheile zwei eigenthümliche Säuren, Glykocholsäure (Cholsäure) und Taurocholsäure (Choleinsäure), beide in Nadeln krystallisirbar und stickstoffhaltig, die letztere auch noch schwefelhaltig und in der Galle mit Natron verbunden. Weitere Bestandtheile sind: Cholin oder Neurin, eine starke organische Basis, die man auch im Gehirn und Eidotter aufgefunden hat; Cholesterin, äusserlich dem Stearin ähnelnd, besonders reichlich in den sogenannten Gallensteinen; Fette und fettsaure Alkalien, Schleim und gefärbte Stoffe verschiedener Art (Bili-rubin, -verdin, -fusin, -prasin). Unter den Mineralstoffen herrscht das Kochsalz und andere Natriumverbindungen vor. Schüttelt man Galle mit Wasser, so schäumt die Auflösung wie Seifenwasser; ähnlich wie dieses verhält sich auch die Gallenlösung gegen fettige Stoffe, und deshalb wird sie oft benutzt, um seidene Stoffe, die durch Anwendung von Seife ihre Farbe verlieren würden, damit zu waschen. Bei der Fäulniss der Galle erzeugt sich unter anderen das in grossen, farblosen Säulen krystallisirende, stickstoff- und schwefelhaltige Taurin, welches auch durch Kochen der Galle mit Alkalien erhalten wird, da sich die Taurocholsäure hierbei in Taurin und Cholsäure spaltet. Die Glykocholsäure verwandelt sich unter gleichen Umständen in Glycin (Leimzucker) und Cholsäure. Die mit ihrem Inhalte getrocknete Gallenblase der Karpfen bildet einen Handelsartikel.

849. Pettenkofer's Gallenprobe. *Versuch.* Man löse ein wenig Karpfengalle, oder einige Tropfen frischer Ochsen-galle, in wenig Wasser auf und versetze die Lösung nach und nach mit so viel englischer Schwefelsäure, bis der entstandene Niederschlag wieder völlig aufgelöst ist; bringt man jetzt einen Tropfen Zuckerwasser oder dünnen Stärkekleister hinzu, so nimmt die Flüssigkeit, wenn sie durch den Zusatz von Schwefelsäure nicht zu heiss wurde, eine prächtig violette Farbe an. Man kann auf diese Weise äusserst geringe Mengen von Zucker oder Stärke entdecken; zur Erkennung der Galle ist diese Probe nur unter Umständen zuverlässig, da ausser der Galle auch noch andere



stickstoffhaltige thierische Stoffe jene Farbenänderung hervorzurufen vermögen.

In dem Organ, welches die Galle abscheidet, der Leber, hat man das stärkeähnliche Glycogen aufgefunden, das mit dem Aufhören des Lebens rasch in Traubenzucker übergeht (611).

## VIII. Das Binde- und Knorpelgewebe.

(Leimgebende Gebilde.)

**850. Bindegewebe oder Zellgewebe.** Mit diesem Namen bezeichnet man die aus feinen Fasern bestehende Masse, aus welcher die mittleren Partien der äusseren Haut (Lederhaut), die Sehnen des Fleisches, die Bänder der Knochen, die Wände der Adern und anderen Gefässe, die inneren Schleimhäute, die Zellen des Fettgewebes und viele andere Theile des Thierkörpers bestehen. Seiner chemischen Zusammensetzung nach kommt das Bindegewebe fast ganz mit dem Knochenknorpel überein; man hat die Grundsubstanz desselben Collagen oder Leimsubstanz benannt, und diese ist dadurch charakterisirt, dass sie, an sich in Wasser unlöslich, durch anhaltendes Kochen löslich wird, indem sie in Glutin oder Knochenleim übergeht, dessen Lösung heiss dünnflüssig ist, beim Erkalten aber zu einer Gallerte gerinnt.

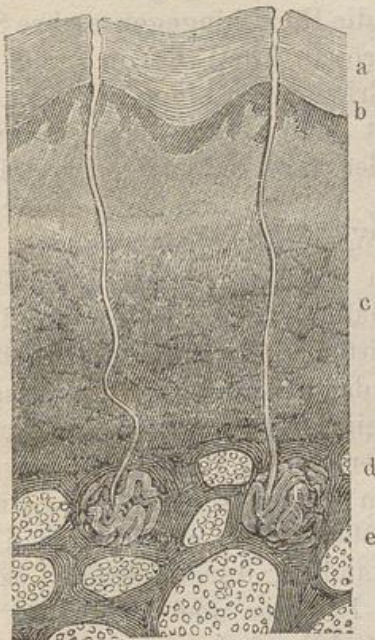
**Hausenblase.** Vorherrschend aus Collagen besteht auch die als Handelsartikel vorkommende Hausenblase. Man bereitet diese aus der Schwimmblase verschiedener Fische, insbesondere des Hausens und Störs, indem man die innere Haut (Schleimhaut) derselben ausschält und in Blättern oder hufeisenförmig zusammengerollten Ringeln trocknet. Bei längerem Kochen erhält man daraus eine farb- und geruchlose Leimlösung, die vielfach als Klebmittel, oder auf Taffet gestrichen als



englisches Pflaster, oder aber, mit Fruchtsäften und Zucker vermengt, zur Bereitung von Gelées gebraucht wird. Zu letzterem Zwecke wird auch feingeraspeltes Hirschgeweih benutzt.

**851. Haut des Thierkörpers.** Der ganze Körper der Thiere ist äusserlich von der festen elastischen Haut umgeben,

Fig. 213.



die aus einem dichten Gewebe von Zellen und Fasern besteht und aus mehren über einander liegenden Schichten zusammengefügt ist. Die nebenstehende Figur stellt einen Durchschnitt der menschlichen Haut unter sehr starker Vergrösserung mit ihren drei Hauptschichten: Oberhaut, Lederhaut und Unterhautzellgewebe, dar. Die erstere besteht aus der Hornschicht *a*, die den äussersten, abgestorbenen, sich immer abschuppenden Theil der Haut bildet, und aus der dieselbe fort und fort neu erzeugenden Schleimhaut *b*. Unter dieser liegt die Lederhaut *c*, die eigentliche Hauptmasse der Haut, welche aus sehr

festen Bindegewebsfasern besteht. Der unterste Theil, das Unterhautzellgewebe *d*, mit den eingeschlossenen Fettmassen *e*, hat zweierlei Arten von kleinen Canälen oder Drüsen, von denen die einen (durch die sogenannten Poren der Haut) eine wässrige, Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure, Kohlensäure, Harnstoff, Kochsalz etc. enthaltende Flüssigkeit, den Schweiss, die anderen eine fettige Masse, die Hautschmiere, absondern. Der thierische Körper des Menschen und der warmblütigen Thiere hat bekanntlich immer eine constante Temperatur von nahezu 40° C. und wird nicht heisser, selbst wenn eine doppelt so starke Sonnenhitze oder heisse Luft auf ihn einwirkt, oder wenn er starker Bewegung und Anstrengung ausgesetzt wird; wohl aber schwitzt er unter solchen Umständen stärker. Die Ausdünstung



wirkt hier als Regulator der Wärme, indem durch sie aller Ueberschuss der letzteren latent gemacht, d. h. zur Bildung von dampfförmigem Wasser verwendet wird (36).

**852. Glutin oder Knochenleim.** *Versuch.* Man lege ein Stück frischer Thierhaut in Wasser: dieselbe schwillt darin auf, ohne sich zu lösen, bei längerer Aufbewahrung geht sie in stinkende Fäulniss über. Kocht man die Haut hingegen mehrere Stunden mit Wasser, so zergeht der grösste Theil davon, und man erhält eine Flüssigkeit, die beim Erkalten zu einer zitternden Gallerte gerinnt. Getrocknet bildet diese den bekannten, glasartig-amorphen Leim. Bei der fabrikmässigen Darstellung werden Hautabfälle oder Knochen, welche dieselbe Leimart liefern, gewöhnlich mit gespannten Wasserdämpfen behandelt. Die concentrirte und durch Absetzen geklärte heisse Leimlösung giebt beim Erkalten eine steife Gallerte oder Gelée, die durch Drähte in dünne Scheiben zerschnitten und auf Bindfädengeflechten getrocknet wird, wodurch sie das bekannte, geriefte Ansehen erhält. Die hellen, geruchlosen Leimsorten erhalten den Namen Gelatine; die gelben und braunen Sorten stellen den gewöhnlichen Tischlerleim dar. In kaltem Wasser schwillt der Leim zu einer undurchsichtigen, weichen Masse auf; erwärmt man ihn dann, so bekommt man eine vollständige, durchsichtige Lösung, die, selbst 100fach verdünnt, beim Erkalten noch gerinnt. Die Anwendung des Leims als Klebmittel ist bekannt genug; seine Bindekraft wird sehr vermehrt, wenn man ihm Bleiweiss (russischer Leim) oder Borax (etwa 1 Theil auf 10 bis 12 Theile Leim) zusetzt. Mit Zucker und Gummi versetzter Leim kommt im Handel als „Mundleim“, mit Essigsäure versetzter als „flüssig bleibender Leim“ vor.

**853. Glutin und Gerbsäure.** *Versuch.* Giesst man zu Leimwasser oder Fleischbrühe eine Flüssigkeit, welche Gerbsäure (Gerbstoff) enthält, so entsteht ein flockiger Niederschlag, eine Verbindung des Leims mit der Gerbsäure, der sich bald in eine dicke, zähe, klebrige Masse umwandelt. Diese ist in Wasser unlöslich und kann feucht an der Luft liegen bleiben, ohne in Fäulniss überzugehen. In derselben Weise wirkt die Gerbsäure auch bei der Lohgerberei auf die Leimsubstanz der Haut (769).



Der Leim eignet sich aus diesem Grunde vortrefflich dazu, um Flüssigkeiten, z. B. Weine, Farbebrühen etc., von einem etwaigen Gehalte an Gerbsäure zu befreien. Leimlösung ist demnach auch ein Reagens auf Gerbsäure und kann, am besten nach der Titrimethode, zur quantitativen Bestimmung des Gerbsäuregehaltes der Baumrinden benutzt werden.

**854. Zersetzung des Glutins.** Das Glutin enthält 18 Proc. Stickstoff und gegen  $\frac{1}{2}$  Proc. Schwefel. In Wasser gelöst geht es unter den Thiersubstanzen am raschesten in Fäulniss über und erzeugt dabei, seinem Stickstoffgehalt entsprechend, reichliche Mengen von Ammoniak und Schwefelammonium (ferner Leucin, Tyrosin, flüchtige Fettsäuren etc.). Dieser Ammoniakentwicklung wegen befördern glutinhaltige Substanzen, der Erde einverleibt, das Wachsthum der Pflanzen aufs Kräftigste, wie man leicht wahrnehmen kann, wenn man Hyacinthen oder andere schnell wachsende Topfpflanzen mit dünnem Leimwasser begiesst. Bei dem Knochenmehl ist die düngende Wirkung antheilig der darin enthaltenen Leimsubstanz und dem phosphorsauren Kalk desselben zuzuweisen.

Bei der trocknen Destillation des Glutins wird ebenfalls ein grosser Theil seines Stickstoffs als Ammoniak ausgeschieden, wie aus anderen Thierstoffen. Hautabfälle und Knochen werden deshalb häufig zur fabrikmässigen Darstellung von Salmiak und anderen Ammoniaksalzen benutzt (323). Die nähere Untersuchung des hierbei miterzeugten Stinköls hat gelehrt, dass auch flüchtige Basen der verschiedensten Art gleichzeitig entstehen, so z. B. Methylamin, Butylamin, Pyridinbasen und andere. Man findet diese in dem ätherischen Thieröle (*Ol. anim. Dipp.*), welches bei der Rectification des Stinköles zuerst übergeht.

Glycin oder Glycocoll, bildet sich aus dem Leim, wenn man ihn längere Zeit mit verdünnter Schwefelsäure, oder aber mit Kalilauge kocht; dasselbe krystallisirt in grossen, farblosen Säulen und schmeckt süss, weshalb es anfänglich den Namen Leimzucker erhielt. Diese Verbindung, deren schon bei der Glykocholsäure gedacht wurde, lässt sich auch als Amidoessigsäure betrachten.



855. Knorpelgewebe. Mit diesem Namen bezeichnet man die weiche, elastische Substanz des sogenannten permanenten Knorpels, den wir in der Nase, den Ohren, der Luftröhre, den Rippenknorpeln und Zwischengelenken etc. antreffen, sowie der Knochen, ehe sich in ihnen Knochenerde abgelagert hat. Ihre Grundsubstanz, das Chondrigen, verhält sich bei längerem Kochen mit Wasser wie das Collagen, es wird zu Leim gelöst und die Lösung erstarrt beim Erkalten. Man hat diesem Leim wegen einiger abweichenden Eigenschaften den Namen Chondrin gegeben.

Chondrin oder Knorpelleim. Von Ansehen ist das Chondrin wie das Glutin, auch verhält es sich gegen Gerbsäure und bezüglich seiner Zersetzungsproducte, wie das letztere. Seine Lösung wird aber auch durch Essigsäure und andere Säuren, Alaun, schwefelsaures Eisenoxyd und mehre andere Salze niedergeschlagen, wenn diese (mit Ausnahme der Essigsäure) nicht im Ueberschuss zugesetzt werden. Sein Stickstoffgehalt ist niedriger als der des Glutins, er beträgt 14 bis 15 Proc.

#### Verwandlung der Haut in Leder.

856. Lohgares Leder. Von besonderer Wichtigkeit ist die oben angegebene Einwirkung der Gerbsäure auf den Leim dadurch geworden, dass man die erstere anwenden kann, um thierische Häute in Leder umzuwandeln. Die Leimsubstanz der Häute wird nämlich auf dieselbe Weise wie der Leim verändert, wenn man die Häute schichtenweise mit zerkleinerter Eichen- oder Fichtenrinde (Lohe) in Gruben einpackt und mit Wasser angefeuchtet so lange liegen lässt, bis sie sich ganz mit dem braunen Gerbstoff der Baumrinden durchzogen haben (Lohgerberei). Rascher erfolgt diese Durchdringung durch Einpressen von gerbstoffhaltigen Flüssigkeiten in die Häute (Schnellgerberei). Das braune Sohlen- und Oberleder besteht demnach aus Zellgewebe, dessen Leimsubstanz sich innig mit Gerbsäure verbunden hat; es ist nun, namentlich dann, wenn es noch mit Oel oder Fett getränkt wurde, biegsam, geschmeidig und schwer durchdringlich für Wasser; auch geht es im feuchten Zustande nicht mehr in Fäulniss über.



857. Weissgahres Leder. Auf eine andere Weise verwandelt man Häute in Leder durch den Einfluss gewisser Salze, am häufigsten durch Einlegen in eine Lösung von Alaun und Kochsalz, und nachheriges Durcharbeiten (Walken) mit Fischthran und anderen Fetten; das auf diese Weise dargestellte Leder ist weiss von Farbe und weicher und geschmeidiger als das vorige (Weissgerberei). Noch weicheres, sogenanntes Wasch- oder Sämischleder erhält man, ohne Anwendung von Lohe oder Alaun, durch blosses, anhaltendes Walken der Häute mit Fetten. So verwandeln auch die Indianer Thierfelle in weiches Leder, indem sie dieselben mit dem in heissem Wasser aufgeweichten Gehirn von Thieren so lange durchkneten, bis sich das in diesem enthaltene Fett in die Felle eingezogen hat.

Pergament. Spannt man die aufgeweichten und reingeschabten Thierhäute in Rahmen aus und reibt sie während des Trocknens mit Bimsstein, bis sie ganz eben geworden sind, so erhält man daraus das dünne, durchscheinende, steife und elastische Pergament (sogenanntes Schweinsleder). Durch Einreiben von Kreide wird dasselbe weiss und undurchsichtig, durch Anstreichen mit Bleiweiss und Firniss glänzend und glatt (Schreibepergament).

Enthaaren der Häute. Bevor die Thierhäute der einen oder anderen der hier angegebenen Operationen unterworfen werden können, müssen sie von den Haaren befreit werden. Dies geschieht auf eine einfache Weise durch Abschaben, nachdem die Oberfläche der Haut entweder durch den Einfluss von feuchter Wärme oder von Aetzkalk in Zersetzung übergegangen ist. Auch Calciumsulphydrat kann hierzu gebraucht werden (521).

---

## IX. Die hornartigen Gewebe.

858. Die Haare, die Wolle, die Borsten und Federn, das Fischbein und Schildpatt, die Klauen, Hufe, Nägel, Hörner, Schuppen etc., die bei vielen Thiergattungen ent-



weder als Fortsetzungen der Haut oder als Bedeckungen derselben vorkommen, bestehen ihrer Hauptmasse nach aus derselben Substanz, welche die Epidermis oder Hornschicht der Haut bildet. Diese Substanz kommt darin mit den Proteinstoffen und der Leimsubstanz überein, dass sie so reich an Stickstoff ist wie diese (14 bis 16 Proc.) und zugleich namhafte Mengen von Schwefel enthält (1 bis 5 Proc.). Diesem reichen Schwefelgehalte ist es zuzuschreiben, dass Haare, Borsten, Federn etc. durch Erwärmen mit einer Bleiauflösung geschwärzt werden, indem sich eine Schicht von dunklem Schwefelblei bildet. In ihrem chemischen Verhalten steht die Hornsubstanz den coagulirten Proteinstoffen am nächsten; sie ist in den gewöhnlichen Lösungsmitteln unlöslich, löslich aber, unter Bildung von Ammoniak und Schwefelkalium, in ätzender Kalilauge; Säuren schlagen aus dieser Lösung eine gallertartige, stickstoffreiche Substanz nieder. An Mineralstoffen sind die hornartigen Gebilde sehr arm, sie enthalten nur kleine Mengen von phosphorsaurem Kalk; in den Federn finden sich jedoch grössere Mengen von Kieselsäure. Durch langes Kochen mit verdünnter Schwefelsäure entstehen unter anderen Producten daraus, wie aus dem Eiweiss, zwei krystallisirbare Verbindungen, Leucin und Tyrosin, welche sich auch bei der Fäulniss der Proteinstoffe erzeugen, wie bei dem Käse erwähnt worden (825). Die als Abfälle vorkommenden Hornsubstanzen bilden das wichtigste Material zur Bereitung von Stickstoffverbindungen, namentlich von Ammoniak, Cyan und Salpetersäure, daher ihre Verwendung in den Salmiak- und Blutlaugensalzfabriken und in den Salpeterplantagen. Ebenso werden dieselben als sogenannte treibende Düngemittel geschätzt (Hornspäne, Schlichtspäne und Leimkäse (Kalkhaare) der Gerber, wolene Lumpen der Papierfabriken, Scheerstaub der Tuchfabriken etc.)

859. Wolle und Seide. Die Wolle besteht aus hohlen, gelblichen, mit Fett (Wollschweiss) überzogenen Röhrchen, die mit feinen, schuppigen Ansätzen umgeben sind. Die Figur 215 stellt das feine Wollhaar eines Merinoschafes, Figur 214 aber das gröbere eines ordinären Landschafes unter gleicher Vergrösserung dar. Die Figur 216 giebt das vergrösserte Bild eines feinen Seidenfadens; dieser ist glatt, rund und

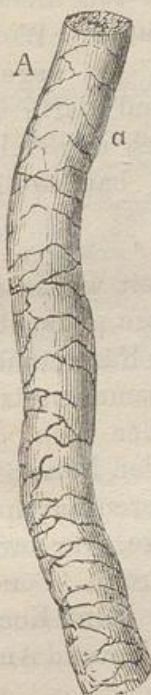


ohne Höhlung. Hier und da hängt demselben jedoch eine eiweissähnliche Substanz an, die ihn unegal macht. Durch

Fig. 214.

Fig. 215.

Fig. 216.



anhaltendes Kochen mit Wasser scheidet sich die Seide in einen löslichen Körper (Sericin oder Seidenleim) und in einen unlöslichen (Fibroin). Vergleicht man diese Haare mit den in Fig. 167 und Fig. 168 abgebildeten Fasern des Flachses und der Baumwolle, so gewahrt man leicht, dass sich diese Gespinnstfasern durch das Mikroskop sehr genau von einander unterscheiden lassen. Die stickstoffreiche Wolle hat auch noch das Charakteristische, dass sie durch Salpetersäure gelb gefärbt wird, was mit der Leinen- und Baumwollenfaser nicht der Fall ist. Die gleichfalls stickstoffreiche Seide verhält sich in dieser Beziehung der Wolle gleich. Soll die Wolle versponnen, verwebt und gefärbt werden, so muss ihr zuerst ihr Fett entzogen werden; dies geschieht in den Wollspinnereien entweder durch Waschen mit gefaultem, kohlensaures Ammoniak enthaltendem Urin oder mit einer schwachen Seifen- oder Sodalösung. Aetzlauge darf natürlich hierzu, wie zu wollenen Waaren überhaupt, nicht



angewendet werden, da sie, wie oben angegeben, dieselben auflösen würde. Die gelbliche Farbe der Wolle und Seide lässt sich durch Schwefeln, d. h. durch Behandlung mit schwefliger Säure, in eine weisse umwandeln (Chlor ist zum Bleichen von beiden nicht anwendbar). Zu Farbstoffen hat die Wollen- und Seidenfaser eine viel grössere Affinität, als die vegetabilische Faser des Leinens oder der Baumwolle, und darin liegt der Grund, weshalb wollene und seidene Stoffe sich ungleich leichter und ächter (dauerhafter) färben lassen, als baumwollene und leinene.

860. Chitin. Ihrer äusseren Aehnlichkeit wegen mag hier noch der horn- oder pergamentähnlichen Masse gedacht werden, aus welcher die Flügeldecken und Panzer der Käfer und anderer Insecten bestehen, obwohl sie in ihrer Zusammensetzung und ihrem chemischen Verhalten ganz verschieden von den vorerwähnten hornartigen Geweben ist. Sie hat den Namen Chitin erhalten und unterscheidet sich von den letzteren durch vollkommene Unlöslichkeit, selbst in stärkster Kalilauge, wie durch einen weit niedrigeren Stickstoffgehalt (6 bis 6,5 Proc.). Concentrirte Schwefelsäure löst es ohne Verkohlung auf; beim Kochen der mit Wasser verdünnten Lösung bildet sich Zucker und Ammoniak.

## X. Das Knochengewebe.

861. Knochen. Das feste, harte Knochengewebe bildet das Gerüst der Wirbelthiere und den Träger und die Stütze der anderen Gewebe (Weichtheile) und Organe des Thierkörpers. Die Knochen bestehen aus einer strahlenförmigen, biegsamen Zellmasse, Knochenknorpel oder Leims substanz genannt, zwischen welcher sich reichliche Mengen von phosphorsaurem Kalk nebst etwas kohlen saurem Kalk (Knochenerde) abgelagert haben. Diese beiden Hauptbestandtheile sind in den Knochen zu einer



gleichmässigen, amorphen Masse, der eigentlichen Knochensubstanz vereinigt, in welcher man unter dem Vergrösserungsglase Höhlungen und fett- und gefässhaltige Markröhrchen (sogenante Poren) wahrnimmt. Bei den jungen, noch weichen und knorpel-

Fig. 217.

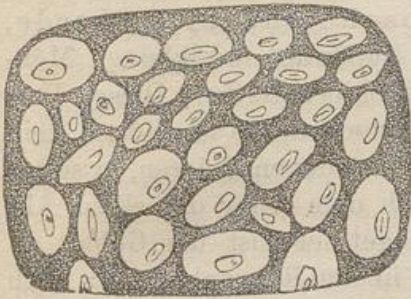
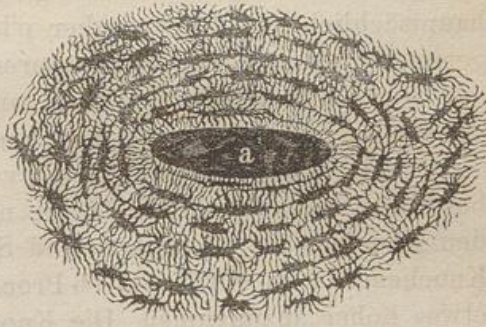


Fig. 218.



artigen Knochen sind diese Höhlen, wie Fig. 217 zeigt, weit grösser als bei den erhärteten Knochen (Fig. 218), welche eine weit dichtere Beschaffenheit haben, da diese Höhlen mit ihren feinen, linienartigen Ausläufern hier durch Anhäufung von Knochensubstanz fast ganz geschlossen sind.

Dieselben Bestandtheile finden sich, und zwar auch annähernd in demselben Mengenverhältnisse, in dem Geweihe der Hirsche dem sogenannten Hirschhorn (850). Das bis zur Zersetzung des Knorpels verbrannte Hirschhorn besteht, wie die Knochenerde, vorwaltend aus phosphorsaurem Kalk.

Auch die Zähne und das Elfenbein haben qualitativ dieselbe Zusammensetzung, doch sind sie, wie schon aus ihrer Härte zu schliessen, ärmer an organischer und reicher an unorganischer Substanz.

Muschelschalen. Ganz anders ist dagegen die Zusammensetzung der steinartigen Gebilde, welche die niederen Thierclassen zwar nicht in ihrem Körper, sondern um diesen herum als schützende Hülle sich erzeugen, als z. B. Muschel- und Austerschalen, Korallen etc. Diese bestehen nämlich, wie die Schalen der Eier (817), nur aus kohlensaurem Kalk und einer geringen Menge von organischer Materie. Phosphorsäure ist in diesen Gebilden entweder gar nicht oder nur in höchst geringer Menge zugegen.



**862. Verbrennung der Knochen. Knochenerde.**

*Versuch.* Man lege einen gewogenen Rindsknochen in ein Ofenfeuer und nehme ihn erst dann wieder heraus, wenn er seine weisse Farbe völlig wieder erhalten hat: die Leimsubstanz verbrennt, die Knochenerde dagegen bleibt zurück. Der um etwa  $\frac{1}{3}$  leichter gewordene, weissgebrannte Knochen, besteht hauptsächlich aus dreibasischer phosphorsaurer Kalkerde, gemengt mit etwa  $\frac{1}{8}$  kohlensaurer Kalkerde und kleinen Mengen von Talkerde, Fluorcalcium und Chlornatrium. Dieses Verhältniss zwischen Leimsubstanz und Knochenerde ist jedoch kein unveränderliches, es wechselt bei verschiedenen Thieren, ja selbst bei einem und demselben Thiere nach dem Alter derselben. In den Knochen der Menschen und Säugethiere ist der Gehalt an Knochenerde im Mittel auf 66 Proc., in den Röhrenknochen noch etwas höher anzunehmen. Die Knochen der Vögel sind über, die der Amphibien und Fische unter diesem Mittel. Im Elfenbein und den Zähnen erhöht sich die Knochenerde bis auf 70 Proc., im Zahnschmelz bis zu 96 Proc.; in letzterem sind auch kleine Mengen von Fluorcalcium enthalten. Die weissgebrannten Knochen sind das Material, aus dem man gewöhnlich den Phosphor und die Phosphorsäure darstellt.

**863. Verkohlung der Knochen. Knochenkohle.**

*Versuch.* Erhitzt man einen Knochen einige Stunden in einem Töpfchen (oder Schmelztiegel), welches mit einem Dachziegelstücke gut zugedeckt wird, so nimmt er eine schwarze Farbe an: er wird zu Knochenkohle (schwarzgebrannte Knochen, gebranntes Elfenbein etc.). Da die Luft in diesem Falle nicht zu dem Knochen treten kann, so entsteht nur eine unvollständige Verbrennung, eine Verkohlung der Leimsubstanz, und die Knochenerde bleibt, innig gemengt mit der gebildeten Kohle, zurück, während die aus dem Leim erzeugten brenzlichen, ammoniakreichen Gase und Dämpfe entweichen (323). Bei der Darstellung der Knochenkohle im Grossen ist es vorthellhaft, diese zu verdichten und zu sammeln, um als Nebenproduct Ammoniaksalze daraus darzustellen. In den Zuckerfabriken wird die gekörnte Knochenkohle als Entfärbungsmittel der Zuckerlösungen verwendet (619); die pulverigen Abfälle davon sind, durch Schwefelsäure in Superphosphat verwandelt (347), ein seiner löslichen Phosphorsäure wegen geschätztes Düngemittel.



**864. Knochenkohle und Salzsäure.** *Versuch.* Wird die Knochenkohle mit verdünnter Salzsäure übergossen und einige Zeit an einen warmen Ort gestellt, so löst sich die Knochen-erde auf und die Kohle kann abfiltrirt, ausgewaschen und getrocknet werden. Man erhält von 100 Grm. Knochenkohle nur 10 bis 12 Grm. reine Kohle; diese besitzt aber, ihrer ausserordentlich feinen Zertheilung wegen, eine so auffallend entfärbende Kraft, dass 100 Grm. Knochenkohle ungleich kräftiger wirken als eine gleiche Menge Holzkohle. Versetzt man die abfiltrirte Flüssigkeit mit Ammoniak, so fällt der aufgelöste phosphorsaure Kalk als ein weisses Pulver daraus wieder nieder, weil die Salzsäure durch das Ammoniak neutralisirt wird und damit die Fähigkeit verliert, die Knochen-erde aufgelöst zu erhalten. Der zweite Bestandtheil der Knochen-erde, der kohlensaure Kalk, der sich bei der Behandlung der Knochenkohle mit Salzsäure in salzsauren Kalk (Chlorcalcium) umwandelt, wird durch Ammoniak nicht niedergeschlagen, wohl aber durch Zusatz von Oxalsäure zu der von dem phosphorsauren Kalk abfiltrirten Flüssigkeit.

**865. Knochenknorpel.** *Versuch.* Man lege einen Knochen in ein Glas und übergiesse ihn mit verdünnter Salzsäure: der Knochen wird nach und nach weich und durchscheinend werden und endlich in eine knorpelige, durchscheinende Masse übergehen. Wie die Salzsäure wirkt, ist aus dem vorigen Versuche zu ersehen: sie löst die Knochen-erde auf und die Leim-substanz bleibt übrig, da sie in Salzsäure wie in Wasser unlöslich ist. Nimmt man die letztere aus der Säure heraus und kocht sie, nach vorherigem Auswässern, einige Zeit mit Wasser, so geht sie in Leim über, und man erhält eine Lösung, die beim Erkalten gerinnt. Diese Methode wird in manchen Fabriken angewendet, um Leim aus Knochen zu bereiten. Die saure Knochen-erdelösung wirkt durch ihren Phosphorsäuregehalt als ein kräftiges Düngemittel. Dass in ihr die Knochen-erde wirklich gelöst ist, erkennt man leicht durch Zusatz von Ammoniak.

Ausziehung durch Wasser und Wasserdampf. Beim Auskochen der Knochen mit Wasser wird ausser dem Fette, das in allen Knochen vorhanden ist, nur die in den äusseren Theilen liegende Knorpelsubstanz als Leim ausgezogen; vollständiger erfolgt diese Ausziehung, wenn man das Auskochen in



verschlossenen Gefässen (Papinianischen Töpfen) vornimmt, da das Wasser in diesem Falle durch den höheren Druck bis ins Innere der Knochen getrieben wird. Ebenso wirkt Dampf von höherer Spannung. Nach beiden Methoden stellt man Leim im Grossen dar. Lässt man die Einwirkung des gespannten Wasserdampfes nur kurze Zeit andauern, so wird vorzugsweise nur das Fett der Knochen ausgezogen, welches sich gut zur Seifenbereitung eignet. Die entfetteten Knochen sind erst weich und biegsam, werden aber nach dem Austrocknen so spröde und zerreiblich, dass sie sich zwischen eisernen Walzen leicht zu einem ganz feinen Pulver zermahlen lassen, während die rohen, nicht entfetteten Knochen hierbei schmierig und klebrig werden. Solches gedämpfte Knochenmehl wird jetzt vielfach zur Düngung verwendet.

866. Knochenmehl. Die zu einem gröblichen Pulver zerstampften Knochen stellen das als Düngemittel vielfach benutzte gewöhnliche Knochenmehl des Handels dar. Kommt dasselbe in gehörig zerkleinertem Zustande in die Erde, so geht es in Fäulniss über und es erzeugt sich aus seiner Leimsubstanz das das Wachsthum der Stengel und Blätter vermehrende und beschleunigende Ammoniak, während gleichzeitig auch der phosphorsaure Kalk in Lösung übergeht, der insbesondere auf die Entwicklung der Samen günstig einwirkt, da diese eine beträchtliche Menge davon zu ihrer Ausbildung nöthig haben. Ist das Knochenmehl zu grob, so erfolgt seine Zersetzung und Lösung im Erdboden zu langsam und es entwickelt seine düngende Wirkung erst im zweiten oder dritten Jahre, oder noch später. In ganzen Stücken können die Knochen Jahrhunderte, ja Jahrtausende in der Erde liegen, ohne dass sie ihren Leimgehalt völlig verlieren, wie die fossilen Knochen zeigen, die häufig noch 10 bis 15 Proc. Leimsubstanz enthalten. Durch sehr feines Pulvern, sowie durch die im Vorigen beschriebene Behandlung der Knochen mit gespannten Wasserdämpfen, oder mit Schwefelsäure, werden dieselben vortheilhaft so verändert, dass sie ihre düngende Wirkung schneller zu entwickeln vermögen.



## XI. Die festen und flüssigen Excremente.

867. Was von den Bestandtheilen der genossenen Nahrungsmittel nicht verwendbar ist zur Ernährung, d. h. zur Umwandlung in Bestandtheile des Thierkörpers, und was von den letzteren bei dem nie stillstehenden Erneuerungsprocesse, den wir Leben nennen, als nicht mehr brauchbar für den Lebensprocess ausgeschieden wird, das wird entweder in Luftform durch Athmen oder Ausdünsten, oder in flüssiger Gestalt, als Urin, oder endlich in fester, in der Gestalt von festen Excrementen, wieder aus dem Körper entfernt. Die beiden zuletzt genannten Substanzen haben für die Medicin und Oekonomie eine sehr wichtige Bedeutung erlangt: für die Medicin, weil der Arzt in Krankheitsfällen aus ihrer Beschaffenheit oft die Natur einer Krankheit zu erkennen vermag; für die Oekonomie, weil sie der Landwirth als die kräftigsten Beförderungsmittel des Pflanzenwachstums benutzt. Es ist einleuchtend, dass dieselben nach der Art, Güte und Menge der genossenen Nahrungsmittel ausserordentlich wechseln müssen. Mit reichlichem und kräftigem Futter (Körnern etc.) ernährte Thiere können leicht in ihren Abfällen doppelt so viel und doppelt so wirksamen Dünger liefern, als kärglich und mit nahrungsarmen Futtermitteln (Stroh etc.) gefütterte Thiere. Weitere Verschiedenheiten werden durch das Alter, die Benutzung und Abwartung der Thiere, durch die Art und Menge der Einstreu etc. hervorgerufen, wie schliesslich auch noch durch die Aufbewahrungs- und Unterbringungsmethoden des Düngers.

### Die festen Excremente (*Faeces*).

868. Diese bestehen zum grössten Theile aus denjenigen Bestandtheilen der Nahrungsmittel, die in dem Magen nicht aufgelöst, nicht verdaut werden; bei den Menschen aus Speiseüberbleibseln, Schleim, Gallenbestandtheilen, Fett, extractähnlichen



Materien, mit etwa 6 Proc. anorganischen Stoffen (phosphorsauren Erden etc.) und 75 Proc. Wasser; bei den pflanzenfressenden Thieren hauptsächlich aus Pflanzenfaser, Blattgrün, Wachs, Schleim und unlöslichen Salzen, vorzugsweise phosphorsauren Erden, Kiesel-erde etc.; bei den fleischfressenden Thieren, z. B. dem Hunde, oft fast ganz aus unorganischen Stoffen, als phosphorsaurer Kalk-erde, Talkerde etc., nur mit einer sehr geringen Menge organischer Materie gemengt. Für die frischen Abfälle unserer landwirthschaftlichen Hausthiere ist der Wassergehalt etwa anzunehmen: bei dem Schafe zu 66 Proc., bei dem Pferde zu 76 Proc., bei dem Schweine zu 82 Proc. und bei dem Rindvieh zu 84 Proc. Ihr wohlthätiger Einfluss auf die Vegetation gründet sich hauptsächlich auf die in ihnen enthaltenen unorganischen Verbindungen, namentlich auf ihren reichen Gehalt an phosphorsaurer Kalk- und Talkerde; nächst dem auf ihren Gehalt an Stickstoffverbindungen, welche bei der Fäulniss sich, aber langsam, in Ammoniakverbindungen umwandeln. Hierüber tragen aber auch noch die organischen Stoffe dieser Abfälle und der mit ihnen vermengten Streumaterialien zur physikalischen Verbesserung des Bodens bei, indem die durch die Verwesung daraus entstehenden Humussubstanzen den Zusammenhang der sehr bündigen Bodenarten zu schwächen, den der sehr losen Bodenarten dagegen zu verstärken im Stande sind.

#### Die flüssigen Excremente (Urin).

869. Durch den Urin, welcher in den hauptsächlich aus Eiweisssubstanz bestehenden Nieren aus dem Arterienblute ausgeschieden wird, werden die in den genossenen Nahrungsmitteln enthaltenen löslichen Salze, sowie die während des Lebensprocesses gebildeten, zu diesem aber nicht mehr nöthigen Stickstoffverbindungen wieder aus dem Körper fortgeführt. Wie schon oben erwähnt, ist die Menge dieser Bestandtheile, ebenso beim Urin wie bei den Fäces, von der Art und Menge der Nahrung abhängig und nach dieser verschieden. Ist diese reich an löslichen Salzen und an Stickstoff, so wird auch der Urin reich daran sein; enthält diese nur wenig lösliche, dagegen viel unlösliche Salze, so wird der Urin arm an löslichen Salzen sein, wäh-



rend die Fäces reich an unlöslichen sind. Der Stickstoff ist in dem Urin entweder als Harnstoff, oder als Harnsäure, oder als Hippursäure (Kreatinin etc.) enthalten, welche unten näher betrachtet werden sollen. Bei der Fäulniss des Urins gehen diese in kohlensaures Ammoniak über, der gefaulte Urin kann deshalb zum Reinigen von fettiger Wolle und zur Bereitung von Salmiak (324) angewendet werden. Diese faulige Zersetzung tritt insbesondere schnell ein, wenn der frische Urin mit altem oder dem Absatz daraus, Blasenschleim etc. zusammenkommt, welche als Fermente wirken. Die Salze des Urins bestehen vorherrschend aus Kalisalzen, Kochsalz und anderen.

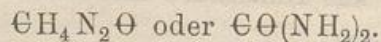
**870. Menschenurin.** Dieser ist in normalem Zustande sauer, er enthält, abweichend von dem Urin der landwirthschaftlichen Zuchtthiere, Phosphorsäure und zwar als saures phosphorsaures Natron. Bei längerem Stehen scheidet sich Blasenschleim, griesartige Harnsäure, auch wohl oxalsaurer Kalk und phosphorsaure Ammoniakmagnesia ab, indem er neutral und zuletzt von dem miterzeugten kohlensauren Ammoniak alkalisch wird. Er enthält im mittleren Durchschnitt etwa 4 bis 5 Proc. feste Stoffe und darin 1 Proc. Stickstoff,  $\frac{1}{2}$  Proc. Kali und  $\frac{1}{4}$  Proc. Phosphorsäure. In Krankheitsfällen erfahren die Bestandtheile des Urins vielfältige Aenderungen. So wird derselbe zuweilen neutral, ja selbst alkalisch; so enthält er in manchen Krankheiten Eiweiss, in anderen Gallenbestandtheile, in noch anderen Traubenzucker; so setzen sich in noch anderen Fällen schwerlösliche, salzige oder erdige Stoffe als Schlamm, Gries oder Harnstein aus ihm ab, die meist aus Harnsäure mit harnsaurem Ammoniak bestehen etc.

**871. Urin als Düngemittel.** Der Urin der Kühe, Pferde und Schafe reagirt alkalisch und enthält keine Phosphorsäure, da die Futtermittel dieser Thiere so reich an Kalk- und Talkerde sind, dass alle Phosphorsäure des Futters dadurch unlöslich gemacht und mit den festen Excrementen abgeführt wird. Die basische Reaction rührt von kohlensaurem Kali her, nächst dem finden sich in ihm, ausser Kochsalz, milchsaures Kali und Natron und freie Kohlensäure; beim Aufbewahren bildet er einen Bodensatz von kohlensaurer Kalk- und Talkerde.



In dem Urin seiner Zuchtthiere hat der Landwirth ein sehr schnell und energisch wirkendes Düngemittel, welches er zugleich als Ferment benutzt, um die trägen festen Excremente zu einer rascheren Zersetzung anzutreiben. Da sie in gefaultem Zustande am günstigsten wirken, so bewahrt er sie meist so lange auf, bis sie diese Zersetzung erfahren haben. Um das Verdunsten des hierbei erzeugten flüchtigen kohlensauren Ammoniaks zu verhindern, ist es gut, in die Düngerstätten und Jauchebehälter von Zeit zu Zeit Gyps, verdünnte Schwefelsäure oder Eisenvitriol zu bringen, wodurch schwefelsaures Ammoniak gebildet wird, welches bei gewöhnlicher Temperatur nicht verfliegt. Sehr vortheilhaft wirkt in dieser Beziehung auch ein Zusatz von kohlenreichen Stoffen, z. B. von Knochenkohle, erdiger Braunkohle, Torf, Moorerde etc., weil die Kohle einmal die faulige Zersetzung verlangsamt, sodann aber auch die hierbei entstehenden Luftarten (Kohlensäure, Ammoniak, Schwefelwasserstoff etc.) mechanisch zurückhält. Die unorganischen Salze des Urins werden bei der Fäulniss nicht wesentlich verändert. Der Landwirth hat in dem Urin seiner Haus- und Zuchtthiere ein äusserst kräftiges Düngemittel, dessen Werth er vielfach zu seinem grossen Schaden noch nicht genug würdigt. Diese pflanzennährende Kraft des Urins ist insbesondere in dessen reichem Gehalt an löslichen Stickstoffverbindungen und Kalisalzen begründet.

#### Harnstoff oder Carbamid.



872. Harnstoff. Der Harnstoff findet sich im Urin aller Thiere, am reichlichsten in dem der Menschen und der höheren Thierclassen, insbesondere in dem der fleischfressenden vierfüssigen Thiere. Concentrirt man menschlichen Urin durch Abdampfen und vermischt ihn nachher mit Salpetersäure, so scheidet sich der Harnstoff in Verbindung mit der Säure, als salpetersaurer Harnstoff, in feinen Krystallschuppen aus. Eingedampfter Schweineurin liefert bei ruhigem Stehen zuweilen ansehnliche rhombische Krystalle von phosphorsaurem Harn-

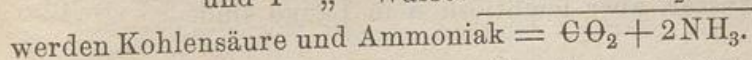
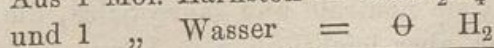
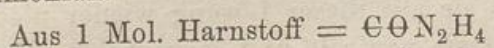


stoff. Aus zur Trockne verdunstetem Menschenurin lässt sich der Harnstoff auch direct durch Alkohol ausziehen. Seine künstliche Darstellung folgt weiter unten.

Der reine Harnstoff krystallisirt in farblosen Nadeln oder Säulen und ist im Wasser und Weingeist leicht löslich; er besitzt keinen Geruch und einen kühlenden Geschmack. Wie mit Säuren, so verbindet er sich auch mit Basen und Salzen. Die Verbindung Harnstoff + Chlornatrium scheidet sich zuweilen beim Abdampfen von Menschenurin krystallinisch aus. Die unlösliche Verbindung Harnstoff + basisch salpetersaures Quecksilberoxyd dient zur quantitativen Bestimmung des Harnstoffs im Urin.

**873. Zersetzungsproducte.** Der Harnstoff zerfällt leicht unter Wasseraufnahme in kohlensaures Ammoniak, so wenn man ihn mit Schwefelsäure oder mit Kalihydrat erhitzt, so wenn er mit faulenden Substanzen zusammenkommt.

Im gefaulten Urin hat man also statt des Harnstoffs kohlensaures Ammoniak.



Erhitzt schmilzt der Harnstoff, stärker erhitzt zersetzt er sich in Ammoniak, Cyanursäure und andere Producte. Aus Ammoniak und Cyansäure lässt sich hinwiederum Harnstoff künstlich erzeugen;  $\text{C}\Theta\text{N}\Theta\text{NH}_4$  (cyansaures Ammoniak) wandelt sich bei gelindem Erwärmen in  $\text{C}\Theta\text{H}_4\text{N}_2\Theta$  (Harnstoff) um, ein Verfahren, nach dem man den Harnstoff meist darstellt. Zusammengesetzte Harnstoffe entstehen, wenn man 1, 2 oder 3 Atome des Wasserstoffs in Harnstoff durch Alkoholradicale (Aethylharnstoff etc.) oder Säureradicale (Acethylharnstoff etc.) ersetzt.

Den Namen Caramid hat man dem Harnstoff beigelegt, weil er, wie die zweite Formel in der Ueberschrift andeutet, als eine Verbindung von Amid ( $\text{NH}_2$ ) mit Kohlenoxyd ( $\text{C}\Theta$ ) betrachtet werden kann. Das Kohlenoxyd ( $\text{C}_2\text{O}_2$  oder  $\text{C}\Theta$ ) verhält sich hier und in manchen anderen organischen Verbindungen wie ein zweiwerthiges Radical und führt als solches den Namen Carbonyl. (Vgl. S. 506 und 731.)

Stöckhardt, die Schule der Chemie.



Harnsäure,  $C_5H_4N_4O_3$ .

874. Die Harnsäure kommt im menschlichen Urin neben dem Harnstoff vor, ebenso in gewissen Harnsteinen; in reichlicher Menge findet sie sich in dem Urin der niederen Thierclassen vor. Die weissen Excremente der Vögel und Schlangen (ein Gemenge von Fäces und Urin) bestehen zum grössten Theile aus harnsaurem Ammoniak. Kocht man diese mit schwacher Kalilauge, so entsteht harnsaures Kali, welches sich auflöst; giesst man die heisse Lösung in verdünnte heisse Schwefelsäure, so nimmt die letztere das Kali an sich und die Harnsäure scheidet sich, da sie in Wasser äusserst schwer löslich ist, in Gestalt eines leichten Pulvers aus, das in vollkommen gereinigtem Zustande aus weissen, feinen Krystallschuppen besteht. Wegen dieser Schwerlöslichkeit sondert sich die Harnsäure zuweilen von selbst aus dem Urin aus (Gries und Harnsteine). In concentrirter Schwefelsäure löst sie sich ohne Zersetzung, durch Verdünnung mit Wasser wird sie aus dieser Lösung wieder niedergeschlagen. Mit Basen bildet sie neutrale und saure Salze, die meist schwer löslich in Wasser, aber leichtlöslich in Lauge sind.

875. Zersetzungsproducte. Beim Erhitzen wird die Harnsäure unter Bildung von Blausäure, Harnstoff, Cyanursäure, Ammoniak und anderen zersetzt. Bei der Fäulniss des Urins geht sie schliesslich in kohlensaures Ammoniak über. Lässt man Excremente, welche reich an Harnsäure sind, längere Zeit an der Luft liegen, so wandelt sich die letztere allmählig in oxalsaures Ammoniak um; hieraus erklärt es sich, warum man in manchen Guanosorten oft nur noch Spuren von Harnsäure, dafür aber grosse Mengen von Oxalsäure und Ammoniak antrifft.

Durch stufenweise Oxydation der Harnsäure mit Salpetersäure bilden sich viele merkwürdige Verwandlungsproducte, von denen nur die wichtigeren dem Namen nach angeführt werden mögen, nämlich: Alloxan und Alloxansäure, Parabansäure und Oxalursäure, Alloxantin und Dialursäure, Purpursäure und purpursaures Ammoniak, welches letztere unter dem Namen Murexid eine Zeit lang als prachtvolles Roth in



der Färberei benutzt wurde, und andere. Ihnen nahe steht das Allantoïn, das man in dem Harn säugender Kälber und der sogenannten Allantoisflüssigkeit der Kühe gefunden hat.

Durch stufenweise Reduction der Harnsäure mit Hülfe von Natriumamalgam bildet sich daraus Xanthin (harnige Säure) und Sarkin, zwei Verbindungen, welche man auch im Muskel- fleische gefunden hat (843). Der Harnsäure nahe stehen noch das Guanin, welches im Peruguano neben der Harnsäure vor- kommt, und das Kreatinin, eine starke Basis, welche sich im menschlichen Urin findet und sehr leicht aus dem Kreatin er- zeugt.

**876. Peruguano.** Dieses wichtige Düngemittel, welches in regenlosen Küstengegenden sich aus den aufgehäuften Excre- menten von Seevögeln durch partielle Fäulniss und Verwesung gebildet hat, verdankt seine Wirksamkeit hauptsächlich der in ihm enthaltenen Harnsäure und den aus dieser erzeugten Ammoniaksalzen. Nächstdem ist derselbe aber auch sehr reich an phosphorsauren Salzen, so dass er also den Pflan- zen die zwei zu ihrem Wachsthum besonders nöthigen Nahrungs- mittel: Stickstoff und Phosphorsäure, in leicht assimilirbarer Form in der reichlichsten Menge darbietet. Durch die folgenden ein- fachen Proben kann sich der Landwirth gegen Täuschungen und Betrügereien schützen:

*Versuch a.* Man übergiesse etwas Guano mit starkem Essig; es darf dabei kein bemerkliches Brausen entstehen. Ein starkes Brausen würde auf eine Beimengung von kohlensaurem Kalk schliessen lassen.

*Versuch b.* Guano. Man erhitze 3 Grm. Guano in einem Schälchen oder Blechlöffel über einer Weingeistlampe oder glühen- den Kohlen so lange, bis er zu einer weissen oder graulichen Asche verbrannt ist; guter Guano darf nur etwa 1 Grm. Asche zurücklassen. Wie viel diese Asche alkalische Salze enthält, er- fährt man durch Ausziehen derselben mit heissem Wasser; was zurückbleibt, sind erdige Salze (phosphorsaure Kalk- und Talk- erde). Die ausgewaschenen Guanosorten (Baker-, Jarvis-Guano etc.) geben 80 bis 90 Proc. Asche; bei den mit Sand oder Lehm ver- fälschten Guanosorten hat die Asche eine braunrothe Farbe.



*Versuch c.* 10 Grm. zerriebener Guano werden mehrere Male mit heissem Wasser übergossen und das Flüssige abgegossen, wenn es sich durch Absetzen geklärt hat; der zuletzt übrigbleibende Schlamm wird getrocknet und gewogen, er darf höchstens 5 Grm. wiegen.

Statt des rohen Guanos wendet die Landwirthschaft jetzt mit Vortheil den aufgeschlossenen Perugano an, in welchem durch Zusatz von Schwefelsäure der phosphorsaure Kalk löslich gemacht und das Ammoniak vor Verflüchtigung geschützt ist.

#### Hippursäure, $C_9H_9NO_3$ .

877. Die pflanzenfressenden Thiere scheiden den in ihrem Körper unbrauchbar gewordenen Stickstoff hauptsächlich in der Form von Hippursäure aus. Im menschlichen Urin ist diese Säure nur in geringer Menge vorhanden, ausser bei ausschliesslicher Pflanzenkost und nach dem Genuss von Benzoësäure oder Zimmtsäure, welche im thierischen Organismus eine Umänderung in Hippursäure erfahren (793). Man erhält sie aus frischem Pferde- oder Kuhurin, wenn man diese durch Eindampfen bis auf  $\frac{1}{4}$  ihres Volums concentrirt und mit Salzsäure versetzt; sie scheidet sich dann beim Stehen als ein krystallinischer Bodensatz daraus ab. Durch Umkrystallisiren erhält man sie in ansehnlichen, farblosen, vierseitigen Prismen, die sich in kaltem Wasser schwer, in heissem Wasser und Weingeist leicht auflösen.

878. Von den Zersetzungsproducten der Hippursäure sind diejenigen von besonderem Interesse, welche durch Kochen derselben mit Säuren oder Alkalien, oder auch durch die Einwirkung von Fermenten erzeugt werden; die Hippursäure spaltet sich dadurch unter Aufnahme von Wasser in Benzoësäure und Glycin. Aus Hippursäure, Braunstein und verdünnter Schwefelsäure entstehen beim Erhitzen Benzoësäure, Kohlensäure und Ammoniak.

#### Rückblick auf die Thierstoffe.

1) Wie in der lebenden Pflanze, so herrscht auch in dem lebenden Thierkörper ein ewiges Bewegen, ein unaufhörliches



Aufnehmen (Essen, Trinken und Athmen), Verändern (Verdauen, Assimiliren) und Ausscheiden (Secerniren, Excerniren) von luftförmigen, flüssigen und festen Stoffen.

2) In chemischer Hinsicht unterscheidet sich das Thierleben von dem Pflanzenleben hauptsächlich durch ein ununterbrochenes Einsaugen von Sauerstoff und Ausscheiden von Kohlensäure und Wasser. (Unter den Infusionsthierchen giebt es jedoch einige Arten, welche Sauerstoff ausathmen). Während des Lebens der Pflanzen dagegen wird Kohlensäure und Wasser aufgenommen und Sauerstoff abgesondert.

3) Zur Ernährung des Thierkörpers dienen, ausser Wasser, Luft und einigen Salzen, nur solche Stoffe, welche durch das Pflanzen- oder Thierleben erzeugt wurden. Die Pflanze verzehrt Kohlensäure, das Thier Pflanzenfaser, Zucker, Gummi, Fett etc.; die Pflanze verzehrt Ammoniak oder Salpetersäure, das Thier eiweissartige Stoffe, z. B. Kleber, Eiweiss, Casein, Fleisch, Blut etc.

4) Die erste Reihe der genannten Nahrungsmittel, die der kohlenstoffreichen, dient zur Unterhaltung des Athmungs- oder Zerstörungsprocesses und zur Erzeugung der thierischen Wärme (Respirationsmittel); die zweite Reihe, die der stickstoffreichen Nahrungsmittel, dient zur Unterhaltung des Ernährungs- oder Bildungsprocesses (plastische Nahrungsmittel).

5) Die Thierstoffe können eingetheilt werden

I. Nach ihrer Elementar-Zusammensetzung:

- a) in stickstofffreie (Fett, Milchzucker etc.);
- b) in stickstoffhaltige, eiweissartige Stoffe (Eiweiss, Casein, Fleisch, Fibrin etc.);
- c) in stickstoffhaltige, leimgebende Stoffe (Leimsubstanz der Knochen, Bänder, Zellen, Knorpel etc.);
- d) in stickstoffhaltige Excretionsstoffe (Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure etc.).

II. Nach ihrem Vorkommen und ihrer Erzeugung im Thierkörper:

- a) in Producte des Verdauungsprocesses;
- b) „ „ „ Athmungsprocesses;
- c) in Bestandtheile des rothen Blutes;
- d) „ „ des weissen Blutes (Lympe);
- e) „ „ des Fleisches etc.;



- f) in Bestandtheile der Knochen etc.;
- g) „ „ der Haut, der Haare etc.;
- h) „ „ der Secretions- und Excretionsproducte (Galle, Milch, Urin etc.).

6) Die Veränderungen der Thierstoffe durch den Einfluss der Wärme, des Wassers, der Luft, der Säuren, Basen etc. kommen mit den S. 751 angegebenen der Pflanzenstoffe, insbesondere der stickstoff- und schwefelhaltigen, überein; sie übertreffen diese an Mannichfaltigkeit, da sie noch zusammengesetzter sind als die Pflanzenstoffe. Die neuere Chemie macht keinen Unterschied mehr zwischen Thier- und Pflanzenstoffen, sondern fasst die Verbindungen beiderlei Ursprungs, nach ihrer näheren Constitution und ihren charakteristischen Umwandlungen geordnet, als organische Chemie oder Chemie der Kohlenstoffverbindungen zusammen.

7) Die von selbst eintretenden Veränderungen der Thier- und Pflanzenstoffe können aufgehalten werden:

- a) durch Entfernung des Wassers (Trocknen, Darren, Backen etc.);
- b) durch Abschluss der Luft (Appert's Conservationsmethode, Aufbewahrung von Bier, Wein etc. in verschlossenen Flaschen, Abschluss der Luft durch Oel, Fett etc.);
- c) durch Erniedrigung der Temperatur bis unter den Gefrierpunkt (Conservation in Eiskellern etc.);
- d) durch Fäulniss hemmende Stoffe, z. B. Kochsalz, Salpeter (Einpöckeln, Einsalzen), Holzessig, Kreosot (Räuchern), Weingeist, Zucker, Kohle; durch Arsenik-, Quecksilber- und andere Metallverbindungen.