

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Kurzes Lehrbuch der Physiologie für Mediciner

Boruttau, Heinrich

Leipzig [u.a.], 1898

V. Secretion, Verdauung und Resorption

Secretion, Verdauung und Resorption¹⁾.

Sowohl diejenigen Stoffe, welche der Organismus aufnimmt, als auch diejenigen, welche er abgibt, gehören theils dem gasförmigen, theils dem flüssigen und festen Aggregatzustande an. Nachdem der Gaswechsel im vorigen Abschnitt besprochen worden ist, beschäftigen wir uns mit der Aufnahme und Abgabe flüssiger und fester Stoffe. Die Vorgänge der Aufnahme solcher Stoffe fasst man unter dem Sammelnamen der **Ernährung** zusammen. Die mechanisch aufgenommenen Nahrungsstoffe gelangen in ein Canalsystem, in welchem sie, soweit sie fest sind, gelöst, soweit bereits gelöst, zum Theil chemisch verändert werden, um ihre „**Aufsaugung**“, Verwendung zur Lymph- und Blutbildung, und Zufuhr zu den Geweben zu ermöglichen. Das nicht Verwendbare verlässt den Darmcanal als Koth (Faeces). Flüssige Producte des Stoffwechsels werden „**abgesondert**“ („secernirt“), zum Theil in das Innere des Darmcanalsystems hinein, wo sie wichtige Aufgaben, eben jene Umformung der aufgenommenen Nahrung zu besorgen haben (Secrete im engeren Sinn), theils an die Oberfläche der äusseren Haut und der Schleimhäute des Athem-, Zeugungs-

¹⁾ Genannt seien: Joh. Müller, De Glandularum secretentium structura etc., Lips. 1830. — R. Heidenhain, Physiologie der Absonderungsvorgänge, Hermann's Handb., IV, 1, Leipz. 1880. — Cl. Bernard, Leçons sur les propriétés physiologiques et les altérations pathologiques des liquides de l'organisme, Paris 1859. — M. Schiff, Leçons sur la physiologie de la digestion, Florence 1868. — In Hermann's Handb. IV, 2, B. Luchsinger und R. Maly, Chemie der Verdauungssäfte und Verdauung; V, 2, Sigm. Mayer, Bewegungen der Verdauungs- u. s. w. Apparate; W. v. Wittich, Aufsaugung, Lymphbildung und Assimilation. Leipzig 1880/81. Ferner noch: Gamgee, Physiol. Chemie der Verdauung, übersetzt von Asher und Beyer, Wien 1897, sowie die zu Abschnitt II genannten physiologisch-chemischen Werke.

systems u. s. w., wo sie wichtige physikalische Functionen ausüben (Feuchthaltung, Wärmeregulirung), zum Theil endlich nach aussen entweder zu Zwecken der Fortpflanzung und Ernährung der Nachkommen oder als Auswurfs- oder Endproducte des Stoffwechsels (in diesem Falle zusammen mit den Faeces als Excremente bezeichnet).

Die die Absonderung bewirkenden Organe heissen **Drüsen**. Man kann sie definiren als Lager von Epithelzellen, in welchen nach den neueren, von Heidenhain begründeten Forschungen der eigentliche Absonderungsvorgang stattfindet. Solche Lager können rein flächenhafter Natur sein (Schleimhäute); bei den eigentlichen Drüsen sind sie nach dem Principe der Oberflächenvergrösserung als Hohlorgane angeordnet, indem sie einfache oder sich verzweigende Schläuche bilden (einfache und zusammengesetzte tubulöse Drüsen) oder auch am Ende von als „Ausführungsgänge“ dienenden Epithelschläuchen, in Form von Hohlkugeln oder „Bläschen“ angeordnet sind (acinöse Drüsen). Stets sind die secernirenden Epithellager reichlich mit Blutgefässen versehen, welche bei den zusammengesetzten Drüsen um die einzelnen Schläuche und Bläschen ein sie dicht umspinnendes Maschenwerk bilden. Denn aus dem Blute, resp. der Lymphe, als den allgemeinen Ernährungsflüssigkeiten der Gewerbe, werden auch die Secrete gebildet. Wenngleich hierbei grob-physikalische Vorgänge — Filtration und Diffusion — mitwirken, so ist doch heutzutage festzuhalten, dass die Secrete durch die im Inneren der secernirenden Epithelzellen stattfindenden chemischen und physikalischen Vorgänge, wie in ebensoviel kleinen Laboratorien, erst hergestellt werden. Hierfür spricht: 1. der Gehalt der Secrete an im Blute nicht präformirten Stoffen; 2. die Beeinflussung der Secretionsvorgänge durch die Thätigkeit (besonderer, von den Gefässnerven zu unterscheidender) „secretorischer“ Nervenfasern, Ludwig 1851; 3. die Möglichkeiten: a) bei aufgehobener Circulation durch Nervenreizung Secretion zu erzeugen; b) umgekehrt bei verstärkter Circulation durch Gifte die Secretion zu verhindern (Heidenhain).

Die secernirenden Epithelien erleiden ferner bei ihrer Thätigkeit in vielen Fällen histologisch nachweisbare Veränderungen (Heidenhain). Endlich wird bei dem Secretionsvorgange Energie in Form von Wärme frei (Ludwig).

Die Einzelheiten über die Absonderung der einzelnen Verdauungssäfte sollen in Verbindung mit der Besprechung der Verdauungsvorgänge, die Absonderung des flüssigen Excrementes, des Harnes, sowie der sonstigen Secrete unmittelbar nachher behandelt werden.

Der erste Act der **mechanischen Nahrungsaufnahme**, des Essens und Trinkens, die **Mundöffnung** wird bewirkt durch die Herabzieher des Unterkiefers: *M. digastricus*, *mylo-* und *geniohyoideus* + *sterno-* und *omohyoideus*, resp. *sternothyreoideus* und *thyreohyoideus*. Bei dem Schliessen des Mundes, resp. Abbeißen eines Stückes fester Nahrung durch die Schneidezähne und dem hierauf folgenden Kauen, d. h. Zerreiben durch die Mahlzähne, wirken ferner die *Mm. masseteres*, *temporales*, *pterygoidei externi* und *interni* (die *Pt. externi* verschieben bekanntlich den Unterkiefer wesentlich zur Seite, die *Pt. interni* nach vorn; die Mechanik des Kiefergelenkes siehe in den anatomischen Büchern). Das Verschieben der Nahrung im Munde besorgen die Wangen- und Lippenmuskeln, sowie die Zunge, welche zu den mannigfaltigsten Form- und Lageveränderungen befähigt ist.

Der *Hyoglossus* zieht die Zunge nach hinten, der *Palato-* und *Styloglossus* desgleichen und nach oben; der *Genioglossus* drängt die Zunge nach vorn (unter Mitbetheiligung der Quermuskeln Herausstrecken aus dem Munde); Contraction der senkrechten *Lingualisfasern* plattet wesentlich die Zunge ab (bei Mitwirkung der oberflächlichen *Längsfasern* *Concavwölbung*). Contraction der *Querfasern* verlängert sie (bei Mitwirkung der tiefen *Längsfasern* *Convexwölbung* u. s. w.).

Der motorische Zungennerv ist der *Hypoglossus*; seine einseitige Lähmung erzeugt Seitwärtsbiegung nach der gesunden Seite im eingezogenen, nach der gelähmten im ausgestreckten Zustande [Schiff¹⁾], aus obiger Skizzirung der Muskelwirkungen ohne Weiteres verständlich]. Die Kaumuskeln versorgt der dritte *Trigeminusast*, nur der *M. buccinatorius* wird vom *Facialis* innervirt (der *N. buccinatorius* ist sensibel).

Die Aufnahme flüssiger Nahrung geschieht wesentlich durch Saugen, bei welchem ausnahmsweise die *Inspiration* theilhaftig ist (Schlürfen, Luftschlucken), welches in der Hauptsache aber (beim Milchsaugen des Säuglings ausschliesslich) durch Zungenbewegungen bewirkt wird. Normal schon herrscht im geschlossenen Munde, resp. der *capillaren Spalte* zwischen Zunge und Gaumen ein *Minusdruck* von 2—4 mm *Hg*, welcher durch wiederholte Vor- und Rückwärtsbewegung der Zunge mit ventilartiger Wirkung (Bildung eines „vorderen, resp. hinteren Saugraumes“) bis auf 300 mm gesteigert werden kann

¹⁾ Arch. f. physiol. Heilk., 1851, S. 579.

(also viel höher als der Minusdruck durch forcirte Inspiration, s. früher, S. 111).

Die im Munde zerkaute Nahrung wird zum Bissen geformt und schlüpfrig gemacht durch den **Speichel**. Da derselbe auch chemisch auf einen Theil der Nahrungsstoffe einwirkt, so ist er der erste „Verdauungssaft“, und man redet von einer „Mundverdauung“. Er bildet eine trübe, fadenziehende Flüssigkeit von alkalischer Reaction und einer Dichte von höchstens 1·009. Er enthält als spärliche Formbestandtheile Mundepithelien und „Schleimkörperchen“ (degenerirte Drüsenepithelien) und besteht aus Wasser, mit darin gelösten *K*- und *Nu*-Salzen, wenig Eiweiss, Mucin, angeblich häufig Rhodan- (*CNS*-) Verbindungen und endlich dem wirksamen Enzym, dem Ptyalin, s. weiter unten. Er ist ein Gemisch der Secrete wesentlich dreier Drüsen, der Glandula parotis, submaxillaris und sublingualis. Das Parotidensecret, aus dem Ductus Stenonianus auch beim Menschen leicht rein zu gewinnen, ist für sich frei von Schleim: die Parotis ist eine sogenannte Eiweissdrüse (Heidenhain). Auch die Submaxillardrüse des Menschen enthält Theile von gleichem Bau und derselben Function, wie die Parotis, daneben einen schleimbereitenden Antheil, während die Submaxillaris des Hundes eine reine „Schleimdrüse“ (Heidenhain) ist. Mikroskopisch untersucht, zeigt jeder Acinus einer solchen zwei Zellformationen: die helleren, mit Fortsätzen versehenen „Schleimzellen“ und die dunkleren, eine circuläre Randschicht (Gianuzzi'sche Halbmonde) bildenden „Protoplas mazellen“ (Heidenhain).

Bei der Thätigkeit (anhaltende Reizung der secretorischen Nerven, s. u.) beobachtet man Veränderungen an diesen Zellen: die Schleimzellen werden färbbar durch Hämatoxylin, was sie vorher nicht waren, bezogen auf Bildung des specifischen Secretbestandtheiles — hier des Mucins — aus einer Vorstufe, dem Mucigen; hierauf wird der helle Schleimklumpen ausgestossen und der geläufigeren Vorstellung nach geht die Zelle zu Grunde und wird durch Umformung und Neubildung aus den Randzellen („Keimlager“) ersetzt. Möglicherweise wird indessen nur der Secretklumpen ausgestossen, und das zurückbleibende Zellprotoplasma mit seinem Kern zeigt die Gestalt eben der halbmondförmigen Randzelle, bis wieder neuer Schleimstoff in ihr entsteht.

Auch die Zellen der Eiweissdrüsen zeigen Veränderungen bei der Thätigkeit: Dunkler-, Körnig- und Kleinwerden; Rundwerden des vorher gezackten Zellkernes (Heidenhain).

Vermehrte Absonderung des Speichels aus der Unterkieferdrüse kann künstlich hervorgerufen werden durch Nervenreizung [C. Ludwig¹⁾, s. oben], und zwar durch

¹⁾ Zeitschr. f. ration. Med., N. F., I, 259.

Reizung der *Chorda tympani* (oder des *N. lingualis* unterhalb ihres Eintrittes) einerseits, durch *Sympathicus*-reizung andererseits. Der Speichel kann dabei in einer Steigröhre, welche man mit dem Ausführungsgange (*D. Whartonianus*) verbunden hat, zum Aufsteigen gebracht werden, auch bei ganz niedrigem Blutdrucke (vgl. oben); er steigt höher, als dem mittleren Blutdrucke überhaupt entspricht, bei Chordareizung ad maximum bis zu über $2\frac{3}{4}$ m = 200 mm Hg („Secretionsdruck“).

Das Secret ist verschieden, je nachdem *Chorda* oder *Sympathicus* gereizt werden: der „Chordaspeichel“ ist dünnflüssig, arm an gelösten Bestandtheilen, der „*Sympathicusspeichel*“ dickflüssiger und reich an jenen, besonders an Mucin. Bei der Chordareizung findet nun allerdings Erweiterung der Drüsengefäße und Beschleunigung des Blutstromes statt, umgekehrt *Vasoconstriction* bei der *Sympathicus*-reizung; indessen bleibt bei künstlicher Aufhebung dieser circulatorischen Verschiedenheit der Unterschied in der Beschaffenheit der Secrete bestehen.

Bei längerer Reizung wächst zunächst der Gehalt des Speichels an festen Bestandtheilen, später, mit der „Ermüdung“, wächst der Wassergehalt, woraus man geschlossen hat, dass besondere trophische Nervenfasern, welche die Secretbildung beeinflussen, von den eigentlich secretorischen noch zu unterscheiden seien.

Die Submaxillar- und Sublingualdrüsen erhalten ihre Nervenfasern durch Vermittlung der *Chorda tympani*, deren Fasern weiterhin im *N. lingualis* und dessen Zweigen (Ggl. submaxillare!) verlaufen, aus dem *Facialis*stamme, die *Parotis* durch Vermittlung des *N. auriculotemporalis*, Ggl. oticum (!), *N. petrosus superficialis minor*, *N. Jacobsonii* aus dem *Glossopharyngeus*. Das Centrum für die Speichelsecretion liegt im verlängerten Mark. Reflectorisch wird es durch die centripetalen Mund-, Zungen- und Schlundnerven erregt, ferner vom Gehirn aus durch obere Bahnen, resp. durch sensorische Nerven („Wasserzusammenlaufen im Munde“ bei Speisengeruch); ferner wird Association der Innervationen der Speichelsecretion und Kaubewegungen angegeben.

Der wirksame Stoff des Speichels, ein als *Ptyalin* (Leuchs 1831) bezeichnetes Enzym, verwandelt, analog der pflanzlichen *Diastase*, die *Polysaccharide*, speciell die Stärke, in *Dextrine* und schliesslich Zucker (*Maltose* und *Glucose*): „*Saccharification*“, s. S. 43. Diese Lösung der in der Rechnung aufgenommenen *Amylaceen* beginnt bereits im Munde, um im Magen fortgesetzt zu werden, wenn schon eine hindernde Wirkung der dort secernirten Salzsäure behauptet. *in vitro* von einem gewissen Säuregehalte ab auch beobachtet wird.

Der gekaute, geformte und eingespeichelte „Bissen“, resp. die mit dem Munde aufgenommene Flüssigkeitsportion wird durch den Vorgang des „Schlingens“ oder „Schluckens“ in den Magen befördert. Dasselbe vollzieht sich in drei Acten [Magendie¹⁾], von welchen der erste hauptsächlich deshalb die Aufmerksamkeit besonders auf sich lenkt, weil in ihm die Nahrung die Kreuzung der Speisewege und Athemwege passirt: Verfehlen der ersteren und Eintritt von Nahrungstheilen in die Luftwege („Verschlucken“) kann tödtlich werden. Der Vorgang erfolgt derart, dass zunächst durch Rück- und Aufwärtsbewegung der Zunge der Bissen hinter die vorderen Gaumenbögen gedrückt wird. Damit er hierauf nicht nach oben in's Cavum nasopharyngeum gerathe, wird dieses durch: 1. active Erhebung des Velum palatinum [Bidder²⁾, Fiaux³⁾ u. A.]; 2. Zusammenrücken der hinteren Gaumenbögen [Dzondi⁴⁾]; 3. Vortreten der hinteren Schlundwand [Passavant'scher Wulst⁵⁾] und der Tubenwulstfalten [Zaufal⁶⁾] gegen den übrigen Schlundkopf abgesperrt. Durch Contraction der Constrictores pharyng. sup. und med. wird hierauf (zweiter Act) der Bissen abwärts bewegt; damit er hierbei nicht in den Kehlkopf gerathe, wird dieser durch Abwärtsdrücken des Zungengrundes auf die Epiglottis, Wirkung von Muskelfasern, welche diese abwärtsziehen, sowie Aufsteigen des Kehlkopfes selbst (Contraction des Thyreohyoideus bei fixirtem Unterkiefer) verschlossen. Der Bissen, resp. „Schluck“ Flüssigkeit kann somit nur in den Oesophagus gelangen: Für Flüssigkeiten genügt die Kraft der Schlundkopfschnürer, welche recht bedeutend ist, um sie durch den Oesophagus bis in den Magen zu spritzen, während feste Nahrung durch eine wellenförmig nach unten fortschreitende („peristaltische“) Contraction der Ringmuskeln der Speiseröhre weiterbewegt wird [Kronecker mit Falk und Meltzer⁷⁾].

Diese Contraction erfolgt mit abnehmender Geschwindigkeit; übrigens ist der oberste Abschnitt der Schlundmuskulatur quergestreift, die anderen Theile bestehen aus glatten Muskelzellen. Nach Kronecker und Meltzer sollte das „Hinabspritzen“ durch Wirkung des Zungengrundes zu erklären sein, und alles Uebrige, auch die Contraction der Constrictores pharyngis, „Nachschlucken“ sein.

1) Thèse, Paris 1808.

2) Neue Beobachtung. üb. d. Bewegung. d. weichen Gaumens, Dorpat 1838.

3) Recherches expérim. sur le mécanisme de la déglutition, Paris 1875.

4) Die Functionen des weichen Gaumens, Halle 1831.

5) A. p. A., XIII, S. 1.

6) Archiv für Ohrenheilkunde, XV, S. 96.

7) A. (A.) P., 1880, S. 296, 446; 1881, S. 465; 1883, Suppl., S. 328.

Die motorischen Nerven für den Schlingact sind der N. hypoglossus für die Zunge, Glossopharyngeus und Vagus für Pharynx- und Oesophagusmuskulatur; das Reflexcentrum liegt in der Medulla oblongata; die auslösenden centripetalen Bahnen verlaufen in den Nn. laryngei; centrale Recurrensreizung soll einen coordinirten Schluckact auslösen [Lüscher¹⁾].

Der Glossopharyngeus kann auch hemmend wirken, und zwar reflectorisch: bei einer Schluckserie werden die letzten Stadien (.Nachschlucken²⁾) jedes einzelnen Schlingactes unterdrückt und kommen erst beim letzten Schluck zur vollen Entwicklung.

Experimentelle Recurrens- resp. Vagusdurchschneidung behindern das Schlucken in höchstem Maasse, sollen auch (durch Ausfall eines Hemmungstonus?) zunächst dauernde Contraction des unteren Oesophagustheiles machen [Cl. Bernard³⁾, Schiff⁴⁾], welcher später Erschlaffung folgt.

Am Schlusse jeder peristaltischen Schluckwelle öffnet sich die Cardia und lässt die Speisen in den **Magen** eintreten, welchen sie in gefülltem Zustande — während der Verdauung — nach oben zu fest abschliesst. Dasselbe thut nach unten zu der Pylorus. Die Muskulatur der Magenwand macht während der Verdauung **Bewegungen**, welche meist wellenförmig abwärtslaufen, doch auch umgekehrt Inhalt vom Pylorus in den Fundus zurück befördern. Durch Magenreizung sowie gewisse Giftwirkungen (Apomorphin z. B. auch in's Blut oder subcutan eingespritzt) erfolgen vielleicht durch „antiperistaltische“ Bewegungen des Magens unterstützte Contractionen der Bauchmuskeln [Magendie⁴⁾, Rühle⁵⁾, Schiff⁶⁾], welche unter Oeffnung der Cardia den Mageninhalt herausbefördern: Brechact, coordinirt durch einen in der Nähe des Athemcentrums liegenden Centralapparat [Hermann mit Grimm, Kleimann und Symonowicz⁷⁾].

Im Magen wird die Saccharification der Amylaceen durch den verschluckten Speichel fortgesetzt und Lösung, resp. Umwandlung der Eiweisskörper durch den Magensaft eingeleitet.

Der **Magensaft** bildet eine farblose, sauer reagirende Flüssigkeit von einer Dichte bis zu 1·010, ohne morpho-

¹⁾ C. P., IX, 477.

²⁾ C. r. soc. biol., 1850.

³⁾ Leçons sur la physiologie de la digestion. I, S. 350; II, S. 377.

⁴⁾ Mémoire sur le vomissement, Paris 1813.

⁵⁾ Cit. in Traube's Beitr. z. exp. Path. u. Physiol., Berlin 1845.

⁶⁾ a. a. O., II, S. 450.

⁷⁾ A. g. P., IV, S. 205; V, S. 280.

logische Bestandtheile, welche beim Menschen 2‰ **freie Salzsäure** (entdeckt durch Prout 1834) und 3·2‰ organische Bestandtheile enthält [Bidder und Schmidt¹⁾], unter diesen zwei Enzyme, ein eiweissverdauendes, das **Pepsin** (Schwann 1836) und ein milchcoagulirendes, das „Labferment“. Er wird secernirt durch die „Magensaftdrüsen“ im grösseren Theile der Magenschleimhaut, besonders am Fundus, cylindrische, wenig verzweigte Schläuche mit zwei Arten secernirender Epithelzellen, den Haupt- oder adelmorphen Zellen und den grossen Neben-, Beleg- oder delomorphen Zellen, deren erstere das Pepsin, letztere die *HCl* liefern [Heidenhain²⁾, Ebstein und Grützner³⁾, Klemensiewicz⁴⁾]. In der Pylorusgegend existiren daneben Drüsen mit Cylinderepithel, welche nach der älteren Ansicht nur Schleim, nach oben genannten neueren Forschungen Pepsin, aber keine Säure produciren sollen.

Aus der Schleimhaut eines getödteten Thieres lässt sich durch Wasser oder Glycerin ein pepsinhaltiges Extract gewinnen, welches, mit *HCl* versetzt, zu „künstlichen Verdauungsversuchen“ in vitro benützt werden kann; mehr Pepsin erhält man, wenn man gleich mit *HCl*-haltiger Flüssigkeit extrahirt, woraus man auf das Vorhandensein einer Vorstufe des peptischen Enzyms, eines peptischen „Zymogens“, „Pepsinogens“ in den Zellen geschlossen hat, welche erst durch die secernirte Salzsäure zu Pepsin wird. Wie die freie Salzsäure aus dem alkalischen Blut, resp. der Lymphe abgeschieden wird, ist noch nicht erklärt. Man hat elektrische Ströme, die chemische Massenwirkung freier Milchsäure, Kohlensäure, dazu ferner die osmotischen Druckunterschiede zwischen Gewebssäften und Mageninhalt und die Dissociation der Chloride herangezogen [Maly⁵⁾, Köppe⁶⁾].

Die Secretion des Magensaftes erfolgt nur auf Reizung der Magenschleimhaut, ja angeblich nur auf Einwirkung ganz bestimmter Stoffe [Schiff's Ladungstheorie⁷⁾, neuere Angabe von Khigine⁸⁾]. Offenbar handelt es sich um einen Reflexvorgang, dessen Centren vielleicht gangliöse Apparate in der Magenwand sind, die aber jedenfalls regulirend durch Hirnnerveneinfluss beherrscht werden.

¹⁾ Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel, Leipzig und Mitau, 1852.

²⁾ Arch. f. mikr. Anat., VI, S. 400.

³⁾ A. g. P., VI, S. 1; VIII, S. 122, 617.

⁴⁾ Ac. W., 1875.

⁵⁾ Z. p. C., I, S. 174.

⁶⁾ A. g. P., LXII, 567.

⁷⁾ Leçons sur la physiologie de la digestion, 1867, p. 188 ff.

⁸⁾ Arch. d. sc. biol. de St. Pétersb., III, 461.

Vagusdurchschneidung stört die Magenverdauung [Bernard¹⁾, Krehl²⁾, Timofeeff³⁾], indem die Secretion vermindert und der Saft enzymärmer wird [Pawlow und Schumow-Simanowsky⁴⁾]; doch liegt die Hauptwirkung in der Störung der Magenbewegungen, welche durch Sympathicus und Vagus anregend und hemmend beeinflusst werden⁵⁾.

Die „**verdauende**“ Einwirkung des Magensaftes auf die in den Magen gelangte Nahrung hat zur Folge, dass zunächst etwa noch unaufgelöste, aber in Wasser lösliche Stoffe (Zucker, Salze u. s. w.) gelöst werden

Ferner wird unzweifelhaft die im Munde begonnene Saccharification der Amylaceen weitergeführt.

Vor Allem aber wirken die freie Salzsäure und das Pepsin lösend, resp. spaltend auf die Eiweisskörper ein; es entstehen Acidalbumine, Albumosen und Peptone.

Salzsäure allein würde nur Acidalbumine bilden; das Pepsin allein wirkt gar nicht; beide zusammen ergeben das durch die Verdauung bezweckte Resultat, wie durch künstliche Verdauungsexperimente sich leicht zeigen lässt [Brücke's⁶⁾ Dreigläserversuch]. Dabei ist für die verschiedenen geronnenen Eiweisskörper, welche gewöhnlich genossen werden, die zur Lösung nöthige Zeit verschieden: am kürzesten für Fibrin, länger für Myosin und besonders für Eieralbumin; ferner variirt auch der günstigste Salzsäuregehalt des Verdauungsgemisches beträchtlich (für Fibrin etwa = 0.9^o/₁₀₀ *HCl*).

Die Salzsäure kann auch durch andere Säuren, z. B. organische, ersetzt werden, welche indessen in grösserem Mengenverhältniss vorhanden sein müssen, z. B. 8—10mal so viel Milchsäure, wie Salzsäure erforderlich wäre [Meissner⁷⁾, Klug⁸⁾].

Die Salzsäure als solche hat indessen noch eine andere wichtige Function, nämlich Fäulniss- resp. abnorme Gährungsvorgänge durch die stets eingebrachten Mikroorganismen zu verhindern: sie wirkt **antiseptisch**, und als solche auch schützend vor der Infection mit pathogenen Mikroben, welche durch einen geringen Gehalt an freier Mineralsäure bereits getödtet werden (Cholera). Dem entsprechend finden sich Producte der Eiweissfäulniss, wie im Darm (s. unten) niemals im Magen; und nur bei Mangel oder Verminderung der *HCl*-Secretion in Krankheitszuständen findet sich in

1) Leçons sur la physiol. du système nerveux, 1858, p. 421.

2) A. (A.) P., 1892, Suppl., S. 278.

3) Russische klin. Wochenschr., Sept. 1889.

4) C. P., III, S. 113; A. (A.) P., 1895, S. 53.

5) Hierüber siehe: Openchowsky, A. (A.) P., 1889, S. 549; C. P., III, S. 2.

6) Ac. W., XLIII, S. 601.

7) Zeitsch. f. rat. Med., VII, S. 1.

8) A. g. P., LXV, S. 330.

reichlicheren Mengen Milchsäure im Mageninhalt, entstanden durch fermentative Spaltung der genossenen Kohlenhydrate.

Durch die Pepsinverdauung wird auch der Leim in analoger Weise gespalten, wie die Eiweisskörper, indem „Gelatosen“ und „Leimpepton“ entstehen [Metzler und Eckhard¹⁾, Dastre²⁾]. Die Peptonisirung von Eiweiss, wie von Leim lässt sich auch durch lange Einwirkung von Salzlösungen [Dastre³⁾], Säuren, sowie durch Kochen unter Druck (Papin'scher Topf „pour bouillir les os“) bewirken; es handelt sich um eine hydrolytische Spaltung, welche es auch ermöglicht, dass aus den Peptonen bei der Resorption wieder Eiweiss aufgebaut wird (s. später).

Die Albuminoïde widerstehen mehr weniger der Verdauung, besonders Keratin und die Pseudonucleïne, während echtes Nucleïn vielleicht und Elastin zum Theil gelöst wird.

Cellulose wird im menschlichen Darmtractus kaum angegriffen; anders bei Thieren (Wiederkäuer, Pelzmotte).

Das Caseïn der aufgenommenen Milch wird im Magen durch das Labferment (s. o.) zur Gerinnung gebracht und hierauf wie die anderen geronnenen Eiweisskörper peptonisirt.

Fette werden nicht angegriffen, wie wohl behauptet worden ist; höchstens handelt es sich um Rücktritt von Pankreassaft aus dem Duodenum bei der Pylorusöffnung [Contejean⁴⁾].

Die vielfach aufgeworfene Frage, warum der Magen „sich nicht selbst verdaut“, ist wohl genügend beantwortet durch die Pathologie der Entstehung des „runden Magengeschwürs“ [Virchow⁵⁾], bei welcher Circulationsstörung das primäre bildet: bei erhaltener Circulation in den Magen eingebundene Organe werden nicht angegriffen [Viola und Gaspardi⁶⁾], also ist dieser selbst erst recht geschützt, so lange seine Gewebe durch das strömende Blut in alkalischer Reaction erhalten werden.

Die Dauer des Aufenthaltes der Speisen im Magen ist sehr verschieden; jedenfalls treten sie in den Darm über, ehe alles Eiweiss peptonisirt ist. Weil weiterhin die Darmverdauung für sich eine vollständige ist und auch zur Erhaltung des Lebens genügt, wie Versuche mit Totalexstirpation des Magens [Czerny⁷⁾] gezeigt haben, auch die antiseptische Wirkung der *HCl* durch diejenige der Galle ersetzt werden kann (ein Hund ohne Magen vertrug faules Fleisch [Carvallo und Pachon⁸⁾]), weil endlich die mechanisch-zerkleinernde Thätigkeit

¹⁾ Cannstadt's Jahresb., 1861, I.

²⁾ A. d. P. (5), VII, S. 791.

³⁾ A. d. P. (5), VI, S. 464, 919; (5), VII, S. 408.

⁴⁾ A. d. P. (5), VI, p. 125.

⁵⁾ A. p. A., V, 281.

⁶⁾ Archives ital. de biol., XII, p. VII.

⁷⁾ Kaiser in Czerny's Beitr. z. operat. Chirurgie, Stuttg. 1878, S. 141.

⁸⁾ A. d. P. (5), VI, p. 106.

des Magens beim Menschen und Fleischfresser kaum in Betracht kommt, muss der Magen hier vor Allem als Behälter aufgefasst werden, welcher es ermöglicht, in grösseren Intervallen sich mit entsprechenden Quanten an Speise und Trank zu versehen. Um dieselben vor dem Faulen zu schützen und für die weitere Umwandlung vorzubereiten, secernirt er eine Flüssigkeit mit eiweissverdauenden und antiseptischen Eigenschaften.

Die Fortführung der **Verdauungsvorgänge** findet im **Darmcanal** statt, wo gleichzeitig auch die „**Aufsaugung**“ der gelösten Stoffe durch die Darmwandung hindurch zum Zwecke der Aufnahme in den Stoffwechsel stattfindet. In den obersten Darmabschnitt, das Duodenum, ergiessen sich zwei alkalische Secrete, die Galle und der Pankreassaft („Bauchspeichel“); ferner sondert auch die Darmschleimhaut alkalische Flüssigkeit ab, so dass die saure Reaction des aus dem Magen gekommenen Speisebreies (Chymus) allmählig in eine alkalische übergeführt wird; doch hat man in einem sehr grossen Theil des Darmes (speziell beim Hund) dieselbe noch sauer gefunden.

Der **Pankreassaft** ist eine alkalische Flüssigkeit von der Dichte 1.030, welche reichlich Eiweiss enthält (daher leicht fault!), ferner Salze und endlich drei Enzyme, ein eiweissspaltendes, das **Trypsin** (Corvisart 1857, Kühne), ein saccharificirendes oder diastatisches („Pankreasyalin“) und ein fettsplattendes.

Frisches Pankreas enthält kein Trypsin, an der Luft liegen gelassenes reichlich, so dass dasselbe mit Glycerin und Wasser extrahirt und zu Verdauungsversuchen benützt werden kann. Extract von frischem Pankreas wird wirksam durch Durchleiten von Sauerstoff. In der Drüse wird also ein Zymogen (s. oben, S. 125) gebildet, welches durch Oxydation zum Trypsin wird [Heidenhain¹⁾, Podolinski²⁾]. Bei der secretorischen Thätigkeit zeigen die cylindrischen Epithelzellen der Pankreasschläuche Veränderungen, welche man sogar am lebenden Thier hat verfolgen können [Kühne und Lea³⁾].

Nach Herzen⁴⁾ erfolgt die Umwandlung des Pankreaszymogens in Trypsin durch einen Stoff, welchen die Milz liefert.

1) A. g. P., X, S. 557.

2) Beitr. zur Kenntniss des pankreatischen Eiweissfermentes, Bresl. 1876.

3) Verh. d. naturh.-medic. Vereines zu Heidelberg, I, Heft 5.

4) Untersuch. z. Naturlehre des Menschen, XII, S. 76.

Die Secretion des Pankreassaftes wird wahrscheinlich durch in ihm selbst befindliche nervöse Centralapparate angeregt, welche aber unter dem regulirenden Einfluss peripherischer Nerven stehen; der Mechanismus derselben, sowie seine Beziehungen zu anderen Organen sind noch durchaus dunkel. Dasselbe gilt von der Entstehungsweise des experimentellen Diabetes nach Pankreasesxstirpation [Lépine¹⁾, v. Mering und Minkowski²⁾, Gley³⁾, Sandmeyer⁴⁾], von welchem unten noch die Rede sein wird.

Durch das Trypsin wird im Darne die Spaltung des aufgenommenen Eiweisses vollendet; es entstehen dabei Albumosen und Peptone, ferner Amidosäuren (Leucin und Tyrosin), ja selbst Ammoniak.

Das fettspaltende Enzym des Pankreassaftes macht aus den Fetten einen Theil der Fettsäuren frei. Dieselben verbinden sich mit dem freien Alkali zu Seifen: die Gegenwart dieser Seifen ermöglicht die feinere Vertheilung oder sogenannte „Emulgirung“ des Fettes, welche für dessen Aufnahme durch die Darmwand unumgänglich nothwendig ist.

Vollkommen neutrales Oel, mit alkalischer Flüssigkeit noch so lange geschüttelt, bildet keine Emulsion: ist es nur ein wenig „ranzig“ (d. h. freie Fettsäure enthaltend), so zerstiebt es beim ersten Schüttelstosse zur „Milch“ [Brücke⁵⁾].

Man hat für die Emulgirung und Resorption (s. u.) der Fette die Bewegungen des Darmes mit in Anspruch genommen: dieselben dienen indessen hauptsächlich der Fortbewegung des Inhaltes; das Genauere hierüber siehe weiter unten.

Die Emulgirung der Fette erfolgt bei geeigneter Concentration der Fettsäuren und des Alkali, welche nicht zu langsame und nicht zu schnelle Bildung der trennenden Seifenschichten ermöglicht, auch ohne jeden Bewegungsanstoss durch blosse Veränderungen der Oberflächenspannung und Diffusionsvorgänge [Gad⁶⁾, Quincke⁷⁾]. Gallensaure Salze vermögen befördernd auf die Emulgirung einzuwirken.

Das Pankreasptyalin verwandelt etwa noch nicht saccharifirte Amylaceen in Zucker.

Die **Galle** bildet eine tiefgrün bis braun gefärbte, neutrale, bisweilen (der Gallenblase entnommen) alkalische

1) C. R., CX, 742.

2) Arch. f. exp. Path. u. Pharmakol., XXVI, 371.

3) C. r. soc. biol. (9), III, p. 225, 270.

4) Z. B., XXIX, 86.

5) Ac. W., LXI, 362.

6) A. (A.) P., 1878, S. 187.

7) A. g. P., XIX, 129.

fadenziehende Flüssigkeit, welche stark bitter schmeckt. Ihre Dichte schwankt sehr je nach ihrem Gehalte an gelösten Bestandtheilen (1·010—1·040), deren sie ausser Salzen, beigemischtem Mucin, resp. einem mucinähnlichen Körper, enthält: Fette, Seifen, Lecithin, Cholesterin, vor Allem aber die Gallenfarbstoffe — Bilirubin und Biliverdin — und die gallensauren Salze, d. h. die Natronsalze der Glykocholsäure und Taurocholsäure.

Diese bilden eine langsam krystallinisch erstarrende „Schmiere“, wenn das entfärbte alkoholische Extract eingedampfter Galle mit Aether versetzt wird: Platner'sche krystallisirte Galle.

Die Galle wird **secernirt** und gebildet von der **Leber**: die den Ductus hepaticus formirenden Gallencanäle verlaufen mit den „interlobulären“ Gefässen rings um die Acini und stehen ihrerseits wieder in Verbindung mit den zwischen den einzelnen Leberzellen verlaufenden Gallencapillaren. Die Beziehungen dieser letzteren zu den Zellen, die Frage, ob sie noch eigene Endothelien haben, ihr Verhältniss zu den Blutcapillaren u. s. w. sind noch sehr streitig.

Auch die Art und Weise der Bildung der Galle ist dunkel: selbst die Frage, ob sie wesentlich aus den Leberarterien [Frerichs¹⁾, Kottmeyer²⁾ u. A.] oder dem Pfortaderblut [Schiff³⁾ u. A.] erfolgt, ist nicht definitiv beantwortet; indessen ist die Leberarterie wahrscheinlich nur ernährendes Gefäss für die interlobulären Elemente, während die Galle aus dem durch die Pfortader gelieferten Nährmaterial gebildet wird [Cohnheim und Litten⁴⁾].

Unterbindung beider Gefässe hebt jede Gallensecretion auf. Unterbindung der Ausführungsgänge hat Gallenstauung und Resorption der Gallenbestandtheile in's Blut zur Folge, was sich durch Gelbfärbung von Haut und Schleimhäuten (Icterus) äusserlich anzeigt. Diese Resorption erfolgt bereits unter sehr geringem Drucke, und zwar aus den grösseren Gallengängen durch Vermittlung der Lymphspalten [Heidenhain⁵⁾].

Das Bildungsmaterial der Gallenfarbstoffe ist der Blutfarbstoff (s. S. 26), dasjenige für die anderen Bestandtheile nicht sicher bekannt.

Die in 24 Stunden vom Menschen **secernirte Gallenmenge** soll etwa $\frac{1}{2}$ Liter betragen. Bei Gallenfistelversuchen an Thieren wurden sehr verschiedene Werthe gefunden. Da die Galle **continuirlich secernirt** wird, so ist ein Behälter angebracht in Ge-

1) Klinik der Leberkrankh., Braunsch. 1858.

2) Zur Function der Leber, Würzb. 1857.

3) Schweizer. Zeitschr. f. Heilk., I, S. 1.

4) A. p. A., LXVII, S. 153.

5) S. Hermann's Handb., V, 1; S. 276 ff.

stalt der Gallenblase, deren Ein- und Ausführungsgang, der Ductus cysticus, bekanntlich mit dem Ductus hepaticus vereinigt, als Ductus choledochus in das Duodenum mündet. Die Austreibung erfolgt durch glatte Muskelfasern.

In der Gallenblase kann eine Eindickung der Galle durch Wasserresorption seitens der Wandung erfolgen, doch andererseits bei Verschluss des D. cysticus auch eine Wassersecretion in dieselbe hinein: hydrops vesicae felleae.

Nach jeder Mahlzeit ist die Gallensecretion gesteigert (das Maximum mehrere Stunden später); im Hunger ist sie sehr vermindert.

Der Secretionsdruck beträgt 200 mm Sodalösung, bedeutend mehr als der Pfortaderdruck.

Alle diese Thatsachen sprechen für eine Wirkung nervöser Apparate, welche aber in der Leber selbst zu suchen sind; eine „regulirende Wirkung“ peripherischer Nerven ist vielfach behauptet, aber nicht mit Sicherheit nachgewiesen.

Die Galle hemmt im Darne die Weiterwirkung des Pepsins [Cl. Bernard¹⁾], doch thut nicht das Gleiche etwa in den Magen eingeführte Galle [Dastre²⁾, Oddi³⁾].

Die gallensauren Salze befördern die Emulgirung der Fette (s. o.), ferner kommt ihnen, analog der Salzsäure des Magens, eine antiseptische Wirkung zu; im Uebrigen aber ist die eigentliche Function der Galle im Darne räthselhaft.

Zu den genannten Flüssigkeiten hinzu kommt das Secret der tubulo-acinösen Brunner'schen Drüsen des Duodenums und der einfachen Drüsenschläuche oder Lieberkühn'schen Krypten des Dün- und Dickdarmes, „Darmsaft“. Man hat dasselbe durch Isolirung eines Darmstückes, Verbindung der Schnittenden des Haupttractes, Zunähen des isolirten Stückes an einem Ende und Einnähen des anderen Endes in die Wunde [Thiry'sche Fistel⁴⁾] oder auch Einnähen beider Enden [Vella'sche Fistel⁵⁾] gesammelt, neuerdings auch die Eigenschaften des nach Nervendurchschneidung in vermehrter Quantität secernirten Saftes („paralytische Secretion“, entdeckt durch Bernard an den Speicheldrüsen) studirt [L. B. Mendel⁶⁾]. Der Darmsaft reagirt alkalisch, ist arm an gelösten Bestandtheilen, soll aber (wenigstens im Duo-

¹⁾ Leçons sur les propriétés etc.

²⁾ C. R., CVI, 217.

³⁾ Arch. ital. de biol., IX, 138.

⁴⁾ Ac. W., L, S. 77.

⁵⁾ Moleschott's Untersuch., XIII, S. 40, 1881.

⁶⁾ A. g. P., LXIII, 425.

denum) eiweisspaltendes, sowie auch saccharificirendes Enzym führen. Immerhin wird seine Bedeutung für die Verdauung, ja selbst seine Existenz als normales Secret von Manchen geleugnet und die Drüsen als blossе Einstülpungen zur Vermehrung der resorbirenden Fläche (analog den Zotten, s. u.) gedeutet. Uebrigens finden sich in ihnen überall, am reichlichsten im Dickdarme und Mastdarme (hier beim Kaninchen sogar ausschliesslich), Becherzellen, welche Schleim secerniren.

Zu den Umwandlungen, welche die Nahrung durch die Verdauung erleidet, gesellt sich besonders in den unteren Darmabschnitten eine lebhaft eіnwirkung stets vorhandener gährungs- und **fäulnis**-erregender Spaltpilze, welche aus Kohlenhydraten Milch- und Buttersäure, aus Fetten durch schrittweise Oxydation flüchtige, niedere Fettsäuren machen und den nicht resorbirten Theil der Eiweissstoffe noch weiter spalten, als es durch die Trypsinwirkung geschieht, derart, dass Ammoniak, Kresole, Indol und Skatol entstehen [Brieger¹⁾].

Die Darmfäulniss ist für die Erhaltung des Lebens durchaus nicht etwa Bedingung, wie neuere Versuche beweisen [Nuttall und Thierfelder²⁾].

Die Gallensäuren werden im Darne zum Theile gespalten, die Cholsäure als Anhydrid (Dyslysin) ausgeschieden; der Gallenfarbstoff wird zu Hydrobilirubin reducirt, welches den Farbstoff der Fäces bildet.

Der Darmfäulniss verdanken wohl auch die Darmgase — bestehend aus N , CH_4 , H_2S u. a. — ihre Entstehung. Pathologisch können sich — ganz abgesehen von verschluckter Luft — durch Gährungsprocesse auch im Magen Gase bilden, selbst NH_3 und der brennbare Wasserstoff [Aug. Ewald³⁾, Strauss⁴⁾].

Die **Fortbewegung des Darminhaltes** erfolgt durch wellenförmig fortschreitende („peristaltische“) Contractionen (ringförmige Einschnürungen) der Darm-Ringmuskulatur, neben welchen auch Contractionen der Längsmuskelfasern durch Verkürzung des Darmes und Verlagerung der Darmschlingen wirken.

Dass eine physiologische „Antiperistaltik“ existire, ist wiederholt behauptet worden [so neuerdings von Grützner⁵⁾] — Versuche über Aufwärtstreibung von Kohlenpartikeln u. ä., aber bestritten.

Die peristaltischen Bewegungen zeigen sich mässig lebhaft, wenn die Bauchhöhle unter Berieselung mit warmer physiologischer Kochsalzlösung eröffnet wird; ohne diese Vorsichtsmassregel sind sie sehr verstärkt. Verstärkung erfolgt auch bei der Erstickung, vielen Vergiftungen, Aortencompression [Schiff⁶⁾], Temperatur-

¹⁾ Ber. d. deutschen chem. Ges., X, 1027.

²⁾ Z. p. C., XXI, 109.

³⁾ A. (A.) P., 1874, S. 214.

⁴⁾ B. klin. W., 1893, S. 398.

⁵⁾ D. m. W., 1894, S. 498.

⁶⁾ Lehrb. d. Physiol. des Nervensyst., Lahr 1859, S. 105.

erhöhung — was Alles auf Nervenwirkung hindeutet. Die Centren liegen wohl zunächst in der Darmwand selbst — Meissner'scher (submucöser) und Auerbach'scher (Zwischenmuskel-) Plexus —, doch wirken peripherische Nerven reizend (Vagus) und hemmend (Splanchnicus) ein.

Für die Fortpflanzung der Bewegung von Muskelzelle zu Muskelzelle wird wie für den Ureter (s. u.), für überhaupt alle glattmuskeligen Organe und das Herz (oben S. 71), so auch für die Darmbewegung von Engelmann¹⁾ directe „rein musculäre“ Leitung angenommen.

Während des Passirens der Nahrungsstoffe durch den Darmcanal geht Hand in Hand mit der Verdauung ihre Aufnahme durch die Darmwand in das Säftesystem, die „Resorption“ oder „Aufsaugung“. Das hauptsächlich schnelle Transportmittel für die aufgesogene Nahrung ist nun zwar das Blut, doch steht dieses weder mit Secretionsorganen und anderen thätigen Geweben, noch mit den Resorptionsflächen in unmittelbarem, resp. nur durch die Capillarwand gehindertem Contact, mit Ausnahme weniger Stellen (Nierenglomeruli ziemlich sicher, Gehirngefässe zweifelhaft). Vielmehr liegen zwischen den Geweben und Gefässen überall capilläre Räume, die „Lymphspalten“, welche den Flüssigkeitsaustausch zwischen Geweben und Blut vermitteln und mit der „Lympe“ erfüllt sind; aus ihnen sammelt sich diese in dem Lymphgefässsystem, um aus demselben schliesslich direct in das Blut zu gelangen. Genaueres hierüber siehe weiter unten.

Im Magen, hauptsächlich aber im Darne, ist die Aufsaugung der gelösten Nahrung begünstigt durch die Vergrösserung der Oberfläche, welche im Dünndarme durch die Zotten zu Stande kommt und nach Heidenhain eine 23fache sein soll.

Im Inneren der Zotten befinden sich Blut- und Lymphgefässschlingen. Dass hier eine rapide Aufnahme von gelöster Substanz stattfindet, ist durch den schnellen Nachweis genossener Stoffe (*JK*) im Harne, die Vergiftungen u. s. w. ohne Weiteres erkenntlich; wie indessen die Resorptionsvorgänge im Einzelnen sich gestalten, darüber ist keine Einigung erzielt. Es gilt dies schon für die Aufnahme von Wasser und darin gelösten krystalloiden Substanzen, welche man auf dem rein physikalischen Wege der Osmose in die Blutgefässe hat gelangen lassen wollen

Aufnahme in die Lymphgefässe durch Osmose kann weniger in Frage kommen, weil hier der Flüssigkeitsstrom zu langsam ist; der Blutstrom erfüllt die erste Bedingung für den Fortgang der Osmose, die rasche Flüssigkeits-

¹⁾ Verh. d. niederl. Akad., 1870/71, Nr. 2.

erneuerung. Denn Osmose findet statt zwischen zwei durch eine Membran getrennten Flüssigkeiten verschiedener Zusammensetzung, resp. Concentration durch Uebergang von „diffusibeln“ gelösten Stoffen in der einen, Wasser in der anderen Richtung, bis die Zusammensetzung eine gleiche geworden ist. Massgebend ist nicht die Gewichts- oder Volumconcentration, sondern die Moleculzahl: ihr entspricht der auf die Membran ausgeübte, dem Dampfdruck analoge „osmotische Druck“. Aequimoleculare Lösungen sind in diesem Sinne „isotonisch“; stärkere hat man „hypertonisch“, weniger concentrirte „hypotonisch“ genannt.

Gegen die ausschliessliche Wirkung der Osmose bei der Resorption auch der Krystalloide sind von Hoppe-Seyler¹⁾, besonders aber von der Heidenhain'schen Schule²⁾ eine Reihe von Einwänden geltend gemacht worden, welche bereits hierfür eine active Betheiligung der Darmepithelzellen wahrscheinlich machen sollen.

So ist neuestens von Heidenhain³⁾ hervorgehoben worden, dass die Vorgänge bei Einführung hypertotonischer Lösungen modificirt werden durch Zusatz von so wenig *Na Fl*, dass dadurch keine sichtbare Veränderung, aber eine „Lähmung“ der Darmepithelien entstehe.

Uebrigens hat Hamburger⁴⁾ die alleinige Rolle der Osmose vertheidigt durch Versuche über Druckänderungen im Abdomen. Ist der Flüssigkeitsdruck in dem Darne = 0, so erfolgt keine Resorption.

Sichergestellt ist die Bedeutung der Epithelien für die Resorption von Eiweiss und Fett. Man hat vielfach Beziehungen ihrer histologischen Eigenschaften zu ihrer Function herzustellen versucht, insbesondere die Streifung des „Basalsaumes“ für contractile Gebilde, resp. in's Innere sich fortsetzende Canäle erklärt und darauf weiterspeculirt, doch ohne bis jetzt zu gesicherten Erklärungen der Resorptionsvorgänge gelangt zu sein.

Da alle, auch die in gelöstem Zustande mit der Nahrung aufgenommenen Eiweisskörper durch die Verdauung peptonisirt werden, so läge es nahe, anzunehmen, dass sie hierdurch für die Resorption, und zwar speciell auf physikalischem Wege, geeigneter gemacht werden sollen, zumal da die Peptone leichter diffundiren. Indessen enthalten Chylus, Lymphe und Blut niemals Albumosen und Peptone; es bleibt somit nichts Anderes übrig, als eine Rückverwandlung der Peptone in Eiweiss auf synthetischem Wege innerhalb der Darmepithelzellen anzunehmen, wofür auch die Hofmeister'schen Versuche⁵⁾ und die danach wahrscheinliche Natur der Eiweiss-

¹⁾ Physiol. Chemie, S. 352.

²⁾ Röhm ann, A. g. P., XLI, 411 ff.; Gumilewski, *ibid.*, XXXIX, 556 ff.

³⁾ A. g. P., LVI, S. 579.

⁴⁾ Niederl. Akad., Bericht 1896, IV, Nr. 6.

⁵⁾ Z. p. C., II, 206; IV, 267; VI, 69 ff.; Arch. f. exp. Path. u. Pharmak., XIX, 8 ff.

körper als Anhydride der Peptone sprechen. Dem entsprechend dürfte auch bei der Aufnahme der Peptone die Zellthätigkeit in Betracht zu ziehen sein.

Die Spaltung und der Wiederaufbau der Eiweisskörper ist die einzige Möglichkeit, fremdes Eiweiss zu „assimiliren“: Injection von solchem in's Blut führt stets zu seinem Uebergang in den Harn, auch bei Serumeiweiss fremder Thierarten, ja des anderen Geschlechtes derselben Thierart [O. Weiss¹⁾].

Für das Fett ist die Emulgirung Vorbedingung der Resorbirbarkeit. Man hat die Tropfen durch die Zwischenräume der Epithelzellen oder die hypothetischen Canäle in deren Innerem gehen lassen und die Bewegungen des Darmes, die Contraction der Zottenmusculatur [Brücke²⁾], die Galle als ein Membranen durchlässiger machendes Agens [Wistinghausen³⁾] dabei helfen lassen: Dass die Galle die Fettresorption befördert, dafür spricht die Verschlechterung der letzteren bei Thieren, deren Galle durch Fisteln nach aussen abgeleitet wurde [Bidder und Schmidt⁴⁾, Röhm⁵⁾]; doch ist dies vielleicht durch die emulsionsbefördernde Wirkung der Galle genügend erklärt. Gegen alle mechanischen Theorien spricht aber der Umstand, dass die Fette im Chylus viel feiner vertheilt sind, als im Darm (so fein, dass sie auch bei langem Stehen nicht aufsteigen [v. Frey⁶⁾]), sowie das nachgewiesene Auftreten fertiger Glyceride im Chylus nach Fütterung mit freien Fettsäuren [J. Munk⁷⁾]; es bleibt also auch für die Fettresorption nur die Thätigkeit der Epithelzellen übrig.

Ob auch im Mastdarm eine physiologisch bedeutsame Resorption vor sich geht, ist streitig, dass sie stattfinden kann, sicher — Nährklystiere, Vergiftungen durch Klysmata —, ebenso wie von allen Schleimhäuten aus (besonders leicht diffusible) Substanzen rasch resorbirt werden: Coniunctiva (Atropinwirkung), Athemwegeschleimhaut, Genitalschleimhäute (Vergiftungen durch Scheiden- und Uterusausspülungen). Auch die Epidermis resorbirt beim Menschen (Bäder, Salbenbestandtheile) und erst recht bei Thieren mit durchdringlicherem Integument.

¹⁾ A. g. P., LXV, 215.

²⁾ Vorles. üb. Physiol., Wien 1873, I, S. 344.

³⁾ Diss., Dorpat 1851.

⁴⁾ Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel.

⁵⁾ A. g. P., XXIX, 509.

⁶⁾ A. (A.) P., 1881, S. 382.

⁷⁾ A. p. A., LXXX, 10.

Auch für die Froschhautresorption will neuerdings Ruzicka¹⁾ die Thätigkeit der Epidermiszellen in Anspruch nehmen.

Nach den Mahlzeiten sind die Chylusgefäße mit einer milchweissen, reichlich Fett, Eiweiss und Kohlenhydrat enthaltenden Flüssigkeit prall gefüllt; dieser „Chylus“ mischt sich in der „Cysterna chyli“ mit dem Inhalte des Lymphgefässsystems, welches seinerseits mit allen Gewebsinterstitien als sogenannten „Lymphspalten“ (s. o.) im Zusammenhange steht: es ergiesst sich also ein Gemisch aus frisch aufgenommenem Nährmaterial und Abfuhrproducten (CO_2 !) der Gewebe durch den Ductus thoracicus in das Venenblut. Das Transportmittel dieses Gemisches, die „Lymph“, besitzt im Uebrigen die Eigenschaften des Blutplasmas: die nämlichen chemischen Bestandtheile wie dieses, sowie Gerinnungsfähigkeit durch Gehalt an Fibrinogen und Fibrinferment; ausserdem enthält sie kleine farblose Blutzellen (hier Lymphocyten genannt), indem sie deren Bildungsstätten, die Lymphdrüsen (s. u.), passirt und sie in's Blut mitschwemmt. Dass die Lymphe sich vermehrt und schneller abfließt bei Vermehrung der durch den betreffenden Gefässbezirk fließenden Blutmenge — Gefässerweiterung, Massage, Muskelarbeit [Ludwig²⁾], Durchschneidung vasoconstrictorischer und Reizung vasodilatatorischer Nerven —, ist ein weiterer Beweis, dass die Lymphe aus dem Blute stammt, die Lymphflüssigkeit aus den Capillaren in die „Lymphspalten“ austritt, um schliesslich, beladen mit Nähr- wie Abfuhrstoffen und jungen Leukocyten, wieder in's Blut zu gelangen; sie ist die „Drainirungsflüssigkeit“ der Gewebe.

Wie sie aus dem Blute gebildet wird, resp. aus den Gefässen kommt, ist zur Zeit Object lebhaften Streites, indem neuerdings auch hier die Annahme einer Thätigkeit der Capillarendothelien der früheren Vorstellung einfachen mechanischen Durchtrittes durch Lücken in der Gefässwand gegenübergestellt wird [Heidenhain³⁾].

Verfechter der Annahme rein mechanischer Lymphbildung ist W. Cohnstein⁴⁾. Gegenüber der Angabe Heidenhain's, dass mehr Eiweiss, resp. Zucker und Salze in der Lymphe gefunden werden könnten, als im Blute, findet dieser, dass

¹⁾ Wiener med. Blätter, 1895, Nr. 24—33.

²⁾ Ludwig, Schweigger-Seidel, Dybkowsky in Ac. L. 1866 und den „Arbeiten der Leipziger physiol. Anstalt“.

³⁾ A. g. P., XLIX, 209.

⁴⁾ A. p. A., CXXXV, S. 515; A. g. P., LIX, S. 350, 508; LXI, S. 291, LXII, S. 58, LXIII, S. 587.

die Concentrationsmaxima, welche wegen der Langsamkeit des Lymphstromes allein in Betracht kommen, die gleichen sind. Bei Injection hypertonischer Lösungen in's Blut findet nach ihm eine Wasseraufnahme in dasselbe durch Osmose statt, welcher ein Durchtritt des vermehrten, daher unter erhöhtem Drucke stehenden flüssigen Inhaltes nach aussen durch Filtration — sogenannte „Transsudation“ — folgt. Ganz dem angeschlossen und gleichfalls für rein mechanische Lymphbildung erklärt hat sich Starling¹⁾.

Dass aus den Lymphspalten und den damit zusammenhängenden „serösen Höhlen“ — Pleura-, Peritonealhöhle u. s. w. — auch Eintritt von Stoffen in die direct benachbarten Blutgefässe stattfindet, beweisen die Ergebnisse von Injectionsversuchen leicht nachweislicher Substanzen in die betreffenden Räume, indem jene schneller im Blute erscheinen, als sie durch den Lymphstrom hineingelangen können.

Die Erklärung dieses Eintrittes ist gerade so streitig, wie diejenige der Lymphbildung, indem Cohnstein²⁾ und Starling³⁾ die mechanische Erklärung bevorzugen, Heidenhain⁴⁾ auch hier Epithelthätigkeit annimmt, Hamburger⁵⁾ für die Resorption (also den Eintritt in die Gefässe) zwar die rein mechanische Erklärung, für die Lymphbildung (also den Austritt aus den Gefässen) aber die Secretionstheorie annimmt.

Die recht langsame Strömung der Lymphe, welche ausser durch den Nachschub von Flüssigkeit auch durch die Aspiration des Thorax erhalten wird, wird bei manchen Fischen, Amphibien und Vögeln durch eigene contractile Hohlräume, sogenannte Lymphherzen, befördert, welche selbstständig pulsiren wie das Herz und wie dieses durch hemmende und erregende peripherische Nervenfasern beeinflusst werden [v. Wittich⁶⁾].

Auf dem Wege durch die Lymphbahnen passirt die Lymphe drüsenähnliche („adenoïde“) Gebilde, die „**Lymphdrüsen**“, welche, reichlich mit ernährenden Gefässen versehen, aus einem Netzwerk von Bindsesubstanz (Reticulum) bestehen, in welches man zahlreiche farblose Zellen eingebettet findet. Es sind dies Leukocyten, welche hier neugebildet und von der Lymphe in's Blut mitgenommen werden. Den Lymphdrüsen analoge Bildungen sind auch die Follikel in den Schleimhäuten, so die solitären Follikel und Peyer'schen Haufen im Darm u. s. w. Die den Lymphdrüsen entstammenden farblosen Zellen dienen offenbar zum Ersatze zu Grunde gegangener Leukocyten des Blutes: die zelligen Elemente desselben sind einem steten Erneuerungsprocesse unterworfen,

1) Arris and Gale Lecture, 1896. (Zusammenfassung.)

2) C. P., IX, S. 401.

3) J. P., XVIII, S. 106; XIX, S. 112.

4) A. g. P., LXII, S. 320.

5) A. (A.) P., 1895, S. 315, 365; A. p. A., CXL, S. 398; C. P., IX, S. 401.

6) Hermann's Handb., V, 2, S. 325 ff.

welcher für die rothen Blutzellen übrigens aus der Bildung des Gallenfarbstoffes als Zerfallsproduct des Blutfarbstoffes erhellt. Ferner hat man neuerdings im Blute kreisende, theils pigmentirte, theils farblose amorphe Schollen [Latschenberger¹⁾] als solche Zerfallsproducte angesehen, welche bereits im Kreislaufe entstehen, jedenfalls aber der Milz zugeführt werden; sei es nun, dass diese nur solche Zerfallsproducte aufnimmt oder die zelligen Elemente erst in ihr zerfallen, jedenfalls dient ein Theil jener (vor Allem Eisenverbindungen) wahrscheinlich als Material für die Neubildung von Blutzellen, für welche man die Milz in Anspruch genommen hat; ihre Malpighischen Follikel gleichen an Bau durchaus den Lymphdrüsen. Ausser diesen ist als drittes blutbildendes Organ das Knochenmark festgestellt, und zwar das sogenannte rothe im Gegensatze zum fetthaltigen gelben. Es enthält gleichfalls ein lymphatisches Netzwerk, in welchem neben farblosen auch kernhaltige rothe Blutzellen zu finden sind, welche sich durch Theilung vermehren [E. Neumann²⁾, Bizzozero³⁾, Flemming]. Ob rothe Blutzellen aus farblosen entstehen können, wie zuerst v. Recklinghausen⁴⁾ angegeben hat, ist streitig.

Dadurch, dass sie Umsatzproducte ihres Chemismus an Blut und Lymphe abgeben, wirken alle Gewebe verändernd („metakerastisch“) auf deren Zusammensetzung. Insofern dies auch Organe thun, welche Flüssigkeiten in den Verdauungstractus, sonstige Körperhöhlen oder nach aussen abgeben, hat man im Gegensatze zu dieser „äusseren“ Secretionsthätigkeit derselben von einer „inneren Secretion“ (Brown-Séguard) gesprochen. Als Beispiel einer solchen muss auch die sogenannte **Glykogenie der Leber** [Cl. Bernard⁵⁾] angesehen werden.

Die ausgeschnittene Leber eines getödteten Thieres enthält Traubenzucker, dessen Menge steigt, je länger man das Organ liegen lässt; sie enthält ferner einen stärkeähnlichen Körper, das Glykogen (s. oben, S. 43), dessen Menge abnimmt, je länger man mit der Verarbeitung zögert. Es bildet sich also nach dem Tode aus dem Leberglykogen Zucker. Da nun das Blut aus den Gefässen

1) Ac. W., CV, 81.

2) Arch. f. Heilkunde, 1869, S. 68.

3) Gaz. med. Lombarda, 1868, 9. Jan.

4) Arch. f. mikr. Anat., II, 137, 1866.

5) Nouvelle fonction du foie, Paris 1853.

lebender Thiere Zucker enthält und das Blut der Leber-
venen reicher daran gefunden wurde, als das Pfortaderblut,
so schloss seinerzeit Bernard auf eine analoge beständige Bildung
von Zucker aus Glykogen in der Leber des lebenden
Thieres und Abstrom des gebildeten Zuckers in das Blut, welches
nach einer in Frankreich und vielfach auch bei uns verbreiteten
Anschauung ihn den Organen, speciell den Muskeln als Brennmaterial
zuführen soll (hierüber siehe später).

Die Bildung des Glykogens in der Leber erfolgt ohne
Zweifel aus dem ihr vom Pfortadersystem zugeführten Nährmaterial,
und zwar sicher aus genossenem Kohlenhydrat [Pavy¹⁾: Ver-
mehrung des Glykogens nach vermehrter Kohlenhydratfütterung;
Hermann und Dock²⁾: das Gleiche nach subcutanen Zucker-
injectionen] — Stärke, Rohrzucker, Milchzucker, Glukose und Fruktose —,
ferner aus Glycerin (auch demjenigen der Fette) und höchst wahr-
scheinlich auch aus Eiweisskörpern und Leim [Naunyn³⁾, Finn⁴⁾,
v. Mering⁵⁾ u. A.]. Hungern bringt das Leberglykogen in wenigen
Tagen zum Schwinden.

Die Annahme, dass aus dem Glykogen in der Leber des leben-
den Thieres beständig Zucker entstehe und von dem Blute den
Geweben zugeführt werde, wird bestritten [Pavy⁶⁾, Meissner und
Ritter⁷⁾], besonders deshalb, weil in Leberstücken, welche man rasch womöglich
dem lebenden Thiere entnimmt und in siedendes Wasser bringt, kein Zucker ge-
funden wird. Es würde sich hiernach um ein in der absterbenden Leber, resp.
im Blute vorhandenes [v. Wittich⁸⁾, Lépine⁹⁾, Bial¹⁰⁾], resp. aus zu Grunde
gehenden Formelementen sich bildendes [Plösz und Tiegel¹¹⁾] Enzym handeln,
welches das Glykogen in Zucker spaltet.

Hierzu kommt noch, dass der Zuckergehalt des Blutes sehr gering, schwer
sicher zu bestimmen [Schenck¹²⁾] und Vergleiche, wie derjenige zwischen Pfort-
ader- und Lebervenenblut, sehr von operativen Eingriffen, Narkose u. s. w., be-
einflusst sind.

1) Researches on diabetes, London 1862.

2) A. g. P., V, 571.

3) Arch. f. exp. Path. u. Pharmakol., III, 94.

4) Verh. d. Würzb. physik.-med. Ges., N. F., XI, H. 1 u. 2.

5) A. g. P., XIV, 282.

6) a. a. O.

7) Zeitschr. f. ration. Med., XXIV, 65.

8) A. g. P., VII, 28.

9) C. R., CXVI, 123.

10) A. g. P., LII, 137; LIII, 156; LIV, 72; LV, 434.

11) A. g. P., VII, 391.

12) A. g. P., LV, 203.

Jedenfalls wird *C*- und *H*-haltiges Brennmaterial den Organen, speciell den Muskeln zum Mindesten neben der Form der Glukose noch im kreisenden Eiweiss, sowie vielleicht als Glykogen der Leukocyten [Salomon¹⁾] zugeführt und hier zum Theile als Reservematerial in Form des Muskelglykogens aufgespeichert. Dieses letztere schwindet beim Hungern viel später, als das Leberglykogen [Külz²⁾].

Neben der hypothetischen Zuckerbildung werden übrigens gerade der Leber, ferner dem Pankreas [Lépine³⁾, Kaufmann⁴⁾ u. A.], auch den Nieren, andere „innere Secretionen“ zugeschrieben, deren Ausfall auch die Störungen (Diabetes) nach Exstirpation oder Schädigung jener Organe bedingen soll.

Eine besondere Wichtigkeit in dieser Hinsicht scheint ferner gewissen, zum Theil noch sehr räthselhaften, drüsenähnlich gebauten, aber nicht secernirenden Organen (sonst als **Blutgefässdrüsen** bezeichnet) zuzukommen, die deshalb auch als „Drüsen mit blos innerer Secretion“, „**rein metakerastische Drüsen**“ aufgefasst worden sind. Hierher gehören: die **Milz**, die **Schilddrüse** (Gl. thyreoidea), die **Brustdrüse** (Thymus) und die **Nebennieren**.

Die **Milz**, deren vermuthliche Mitwirkung bei der Blutbildung bereits besprochen wurde, ist im Uebrigen ein immer noch sehr räthselhaftes Organ. Dies gilt besonders von ihrer durch ihre glatten Muskelfasern bedingten, unter Nerveneinfluss stehenden Contractilität. Die in ihr reichlich enthaltenen Nucleinbasen, fetten Säuren, Eisenverbindungen rühren wohl von untergegangenen Blutzellen her. Milzexstirpationen hat man ohne dauernde Schädigung des Organismus an Thieren vielfach ausgeführt.

Der Milz nahestehend, in Bezug auf Blutzellenbildung im Embryonalleben, ist die **Thymus**, welcher indessen noch besondere Functionen „innerer Secretion“ zugeschrieben worden sind. Das letztere gilt auch für die **Nebennieren**, deren Rinde epithelartige Zelllager und zahlreiche, mit dem abdominalen Nervenplexus wahrscheinlich in Verbindung stehende Ganglienzellen aufweist, deren Function durchaus dunkel ist; aus der Marksubstanz der Nebennieren lässt sich ein Stoff extrahiren, welcher, in's Blut injicirt, gewaltige, aber rasch vorübergehende

¹⁾ D. M. W., 1877, Nr. 8.

²⁾ Beitr. z. Kenntniss des Glykogens, Marburg 1890 (Festschr. f. Ludwig).

³⁾ C. R., CX, 742.

⁴⁾ C. R., CXVIII, 716.

Blutdrucksteigerung macht [Oliver und Schäfer ¹⁾, Symonowicz und Czybulski ²⁾], welche auf rein peripherischer Einwirkung auf die Gefäße beruht, dessen chemische Zusammensetzung aber noch nicht sicher festgestellt ist. Da ferner gelungene Nebennierenexstirpationen bedeutende Herabsetzung des Blutdruckes [Symonowicz ³⁾], sowie schnellere Ermüdbarkeit der Muskeln [Abelous und Biarnès ⁴⁾] ergeben haben, so scheint eine Function dieses Organes in „innerer Secretion“ eines Stoffes zu bestehen, welcher den Tonus aller Muskelfasern erhält.

Auch der **Schilddrüse** hat man eine „innere“ Secretion zugeschrieben: ihre vollständige Entfernung („Thyreoidektomie“) führt zu einer allgemeinen Ernährungsstörung mit Verfall der nervösen und psychischen Functionen („Cachexia strumipriva“, auch pathologisch durch Schwund des Organes als sogenanntes „Myxoedem“ beobachtet) — [Schiff ⁵⁾, Gley ⁶⁾, Lanz ⁷⁾ u. v. A.] —, welche man auf Ausfall einer Function bezogen hat, welche darin bestehen soll, ein im Blute kreisendes schädliches Stoffwechselproduct unschädlich zu machen (Entgiftungstheorie), sei es durch Production eines „Gegengiftes“ — antitoxische innere Secretion, wofür die Besserung der „Cachexia str.“ durch Injection von Schilddrüsenextract spricht —, sei es direct durch Aufnahme und Umwandlung des schädlichen Stoffes in ihr selbst. Für diese Vorstellung hat man auch den Fund einer organischen Jodverbindung in ihr [„Jodothyrim“, Baumann ⁸⁾] gedeutet, sowie eine solche Aufnahme und Unschädlichmachung giftiger Stoffwechselproducte auch für die anderen in Rede stehenden drüsenähnlichen Organe behauptet. Dass in Leber und Milz eine Aufnahme und Ablagerung z. B. von aufgenommenem Metall (*Cu*, *Fe*) stattfindet, ist sicher nachgewiesen; dasselbe gilt von der Zurückhaltung pathogener Spaltpilze in den Lymphdrüsen, wo sie wahrscheinlich, ebenso wie im kreisenden Blute, sei es durch Aufnahme seitens der Leukocyten

¹⁾ J. P., XVIII, 230.

²⁾ Anz. d. Krakauer Akad., Februar—März 1895; Gazeta lekarska, 1895, Nr. 12.

³⁾ A. g. P., LXIV, 97.

⁴⁾ A. d. P. (5), V, S. 720.

⁵⁾ Arch. f. exp. Path. u. Pharmakol., XVIII, 25.

⁶⁾ C. rend. soc. biol., 1891; 551, 583, 841, 843.

⁷⁾ C. P., IX, 478, 629.

⁸⁾ Münch. m. W., 1896, S. 1153.

(„Phagocytismus“, Metschnikoff), sei es durch Production „bacterientödtender“ Stoffe unschädlich gemacht werden können.

Die praktischen Seiten der zuletzt besprochenen Dinge, die Gebiete der Organotherapie und Bekämpfung der Infectionskrankheiten durch Serum- etc. Injectionen ruhen, entsprechend dem Dunkel, welches die meisten Vorgänge noch umgibt, auf fast rein empirischer Basis.

Als Auswurfsproducte des Stoffwechsels nach aussen — sogenannte **Excremente** — haben wir nunmehr die **Fäces** und den Harn zu besprechen. Die ersteren, die nicht resorbirten Reste der Darmverdauung, vermengt mit Producten der Darmschleimhaut selbst, bestehen aus unverdaulichen Albuminoïdgebilden (Hornsubstanzen, elastische Fasern), an und für sich verdaulichen, aber nicht verdauten Stoffen (Muskelfasern, Stärke, Fett), Schleim, dem die Farbe gebenden Urobilin (s. o.), Cholesterin, Salzen, Wasser und den den Geruch verursachenden Fäulnisproducten, niederen Fettsäuren, Indol und Skatol [Brieger¹⁾ — resp. diesen anhängenden Stoffen, da Baeyer synthetisch geruchloses Indol und Skatol erhielt²⁾].

Die Consistenz und Menge der Fäces, welche natürlich von ihrem Wassergehalte abhängig ist, variirt sehr; ihr Mittel hat man zu 130 gr in 24 Stunden angegeben.

Die Fäces treten aus den unteren Abschnitten des Dickdarmes, in dessen „Haustriis“ sie durch Wasserresorption die nöthige Consistenz und feste Form erhalten haben, und aus der Flexura sigmoidea in den Mastdarm, wo die tonisch contrahirten beiden Schliessmuskeln, der Sphincter ani ext. und besonders int., ihnen den Ausgang verwehren. Indem ihre sich vermehrende Last sensible Bahnen erregt („Stuhldrang“), erfolgt in regelmässigen Intervallen (alle 24 Stunden normal) ihre Entleerung (**Defäcation**) durch willkürliche Erschlaffung des Sph. internus und Eintritt in den zwischen beiden Sphincteren gelegenen Mastdarmabschnitt, aus welchem sie unter gleichzeitiger Erschlaffung auch des äusseren Schliessmuskels durch Contraction der Musculatur des Zwischenstückes, des Levator ani und durch die Bauchpresse nach aussen befördert werden.

Die Mastdarmmusculatur hat ihr Innervationscentrum im Lendentheile des Rückenmarkes und befindet sich in einem reflectorischen Tonus, d. h. Zustande mittlerer Spannung, welcher willkürlich sowohl gesteigert als vermindert

¹⁾ Ber. d. deutsch. chem. Ges., X, 1027.

²⁾ Ber. d. deutsch. chem. Ges., XIII, 2339.

werden kann. Die Bahnen sollen für die Längsmusculatur im Pl. sacralis, für die Ringmusculatur im Pl. hypogastricus des sympathischen Systems (s. später) verlaufen. Lähmung derselben oder des Centralorganes (Rückenmarkserkrankungen) hat Incontinenz der Fäces zur Folge; Durchschneiden der Sphincteren aber nicht oder wenigstens nicht dauernd, indem, sei es ein hochgelegener Sphincter tertius (Nélaton, Hyrtl), sei es der Levator ani vicariirend den Verschluss bewirken.

Das den Haupttheil der *N*-haltigen Endproducte des Stoffwechsels führende Excret ist der **Harn**. Dieser stellt eine gelbliche, klare, sauer reagirende, bitter-salzig schmeckende, aromatisch riechende Flüssigkeit von der Dichte 1.007—1.030 dar, von welcher im Mittel $1\frac{1}{2}$ l in 24 Stunden secernirt werden. Der am Morgen nach dem Aufstehen, sowie nach reichlichen und consistenten Mahlzeiten gelassene Harn ist gegenüber dem sonst, besonders aber dem nach reichlichem Trinken gelassenen Harne relativ reich an gelösten Bestandtheilen.

Als solche, welche zur normalen Zusammensetzung des Harnes gehören, sind zu erwähnen: Natron-, Kali-, Kalk- und Magnesiumsalze der Salzsäure, Kohlensäure, Phosphorsäure und Schwefelsäure; der Harnstoff (circa 2% gegenüber 1 bis 1.2% *NaCl*, im Mittel) und die Harnsäure (circa 0.2%); in geringeren Mengen Kreatinin, Hippursäure, die Nucleinbasen Xanthin und Hypoxanthin, Ammoniak, auch oxalures und oxalursäures, endlich die Harnfarbstoffe, Urobilin [Jaffé¹⁾], Urochrom [Thudichum²⁾], Indigroth u. A., gelegentlich Allantoin, Cystin, Rhodankalium, Zucker, Bernsteinsäure u. A. in Spuren.

Die in 24 Stunden von einem erwachsenen Menschen ausgeschiedene Harnstoffmenge ergibt sich zu 30 bis 35 g (= 14 bis 16 g *N*), diejenige der Chloride zu 15 bis 18 g.

Der Pflanzenfresserharn, meist durch Niederschlag von Kalksalzen trübe und alkalischer Reaction, enthält statt der Harnsäure Hippursäure, daneben wenig Harnstoff. Amphibien-, Reptilien- und Vogelharn, welche oft mit den Fäces gemischt und stets in Folge geringen Wassergehaltes in Breiform die Cloake verlassen, bestehen aus Harnsäure und harnsauren Salzen neben etwas Harnstoff u. A.

Die Alkalien des normalen menschlichen Harnes reichen nicht aus, alle Säure zu sättigen, daher die saure Reaction, welche gewöhnlich vorhandenem Mononatriumphosphat zugeschrieben wird. Im gelassenen Harn setzt sich dieses mit dem Dinatriumurat zu Dinatriumphosphat und Mononatriumurat um; ist letzteres in grösseren Mengen vorhanden, so fällt es, weil schwerer löslich, und

¹⁾ A. p. A., XLVII, 405.

²⁾ British. med. Journ., 1864, S. 409.

dies besonders in der Kälte, beim Erkalten des Harnes aus und bildet das „Ziegelmehlsediment“ (Sedimentum lateritium), in kleineren Mengen, mit Schleim vermischt, die „Nubecula“. Säurezusatz zum Harn (HCl) fällt die Harnsäure in Form stark gefärbter und unvollkommener Krystalle aus, doch weit unvollständiger und langsamer, als dies aus einer reinen Uratlösung der Fall ist. Wahrscheinlich erhalten andere Harnbestandtheile [Harnstoff, Phosphate, Pigment; Rüdell¹⁾, Smales²⁾ u. A.] die Harnsäure in Lösung.

Nach den Mahlzeiten sinkt mit steigender Blutalkalescenz die freie Säure des Harnes; ja, er kann vorübergehend schwach alkalisch werden, was natürlich nicht mit der starken Alkalescenz durch pathologische intravesicale ammoniakalische Harnsäure verwechselt werden darf (Cystitis). Diese tritt beim Stehenlassen von Harn in der Wärme bald ein, indem der überall vorhandene Mikrocooccus ureae hineingelangt und den \bar{U} zu kohlenurem Ammoniak spaltet (s. früher, S. 34).

Bei zufälliger Aufnahme aussergewöhnlicher Substanzen (mit der Nahrung, als Arznei, durch Vergiftung) oder absichtlicher Einverleibung solcher im Thierexperimente werden manche vollständig zersetzt und führen keine qualitative Veränderung des Harnes herbei, andere dagegen werden entweder gar nicht oder doch nur so verändert, dass sie zum Auftreten aussergewöhnlicher Harnbestandtheile führen.

Gar nicht verändert erscheinen Wasser, manche sonst recht auffällige physiologische Wirkungen äussernden Stoffe — Salze (KJ , KBr), Alkalöide —, sowie direct in die Blutbahn gelangtes fremdes Eiweiss (s. o., S. 135); durch Auflösung der eigenen oder fremden Blutzellen im Blut gelöstes Hb erscheint als Methämoglobin, ausnahmsweise auch als Hämatoporphyrin im Harn.

Organische Säuren (Weinsäure, Citronensäure, Milchsäure) werden zu H_2O und CO_2 oxydirt; waren ihre Salze gegeben, so erscheinen die Carbonate des Harnes vermehrt (entsprechend der gesteigerten Blutalkalescenz) und können ihn alkalisch machen. Oxydirt werden kann ferner eingegebenes Benzol zu Phenol [Nencki³⁾], Phenol zu Brenzkatechin und Hydrochinon [Nencki und Giacosa⁴⁾].

Viele, besonders aromatische in den Körper eingeführte Substanzen werden mit Stoffwechselproducten zu complicirteren, gepaarten Verbindungen vereinigt: Eingegebene Benzoësäure erscheint mit Glykokoll gepaart als Hippursäure (erst entdeckte thierische Synthese, Wöhler 1824). Auch andere aromatische Substanzen erscheinen, indem sie erst zu Benzoësäure oder deren Substitutionsproducten oxydirt werden, als Hippursäure oder substituirte Hippursäure im Harn (Benzaldehyd, Zimmtsäure als Hippursäure, Salicylsäure als Salicylursäure). Andere aromatische Substanzen werden mit Schwefelsäure, wieder andere mit Glukuronsäure gepaart (s. hierüber oben, S. 41); die ersteren vermehren das Verhältniss der auch normal vorhandenen gebundenen Schwefelsäure zur „freien Schwefelsäure“ $\left[\frac{A}{B} \text{ Baumann}^5) \right]$. Noch andere Substanzen endlich sollen an

¹⁾ Arch. f. exp. Path., XXX, 469.

²⁾ C. P., IX, 385.

³⁾ Z. p. C., IV, 325.

⁴⁾ Z. p. C., IV, 339.

⁵⁾ A. g. P., XIII, 255.

Cystein (Mercaptursäure), Carbaminsäure, Sulfaminsäure u. s. w. gepaart erscheinen. Amidosäuren und Ammoniaksalze vermehren die Harnstoffausscheidung.

Die Bildung der Harnbestandtheile erfolgt zum Theil bereits in den Geweben anderer Organe und präexistiren sie in Blut und Lymphe; theils werden sie aber auch erst in der Niere gebildet. Letzteres gilt für manche gepaarte Verbindungen, so für die Hippursäure [Meissner und Shepard¹⁾, Schmiedeberg und Bunge²⁾, Kochs³⁾], indem sie im Blute fehlt, bei Ausschaltung der Niere auch sonst nicht erscheint, aber von überlebenden Nieren bei Durchleitung der gelösten Bestandtheile gebildet werden kann, — ebenso für die Hydrochinonätherschwefelsäure, für manche gepaarte Verbindungen aber auch nicht. Als synthetischer Process (aus Milchsäure, resp. Akrylsäure und Harnstoff) wird auch die Harnsäurebildung aufgefasst [Minkowski⁴⁾] und in die Leber verlegt, da nach Leberexstirpation bei Vögeln Milchsäure ausgeschieden wird, während nach Nierenausschaltung sich die Harnsäure im Blute und den Organen anhäuft [Meissner⁵⁾, v. Schröder⁶⁾].

Bei Säugethieren fehlt nun allerdings nicht die Harnsäure im Harn bei Leberschrumpfung, was für eine andere Bildungsstätte sprechen würde: als solche hat man die Milz aufgefasst, in welcher man die der Harnsäure nahestehenden Nucleinbasen in reichlicher Menge findet und die überlebende Milzpulpe auch Harnsäure in geringen Mengen bildet [Horbaczewski⁷⁾].

Auch die Bildung des Harnstoffes kann als Synthese gelten, wenn man ihn aus kohlenurem, resp. carbaminsurem Ammoniak entstehen lässt [Buchheim und Lohrer⁸⁾, Knieriem⁹⁾, Hallervorden¹⁰⁾, Drechsel¹¹⁾], wogegen Andere Entstehung aus Cyansäure angenommen haben [Hoppe-Seyler¹²⁾, Salkowski¹³⁾]. Jedenfalls wird der Harnstoff nicht in der Niere gebildet, denn er ist stets im Blute vorhanden und vermehrt sich in demselben nach Nieren-

1) Unters. üb. d. Entstehen der Hippursäure im Thierkörper, Hannover 1866.

2) Arch. f. exp. Path. u. Pharm., VI, 233.

3) A. g. P., XX, 64.

4) Arch. f. exp. Path. u. Pharm., XXI, 41.

5) Zeitschr. f. rat. Med., XXXI, 144.

6) A. (A.) P., 1880, Suppl., S. 113.

7) Monatsh. f. Chemie, X, S. 624; XII, S. 221.

8) Lohrer, Diss., Dorpat, 1862.

9) Z. B., X, 263.

10) Arch. f. exp. Path. u. Pharm., X, 124.

11) Ac. L., 1875, S. 171; A. (A.) P., 1891, 236.

12) Physiol. Chemie, S. 809, 810.

13) C. m. W., 1875, S. 913. Z. p. C., I, 26.

extirpation oder Unterbindung der Nierenarterien [Prévost und Dumas¹⁾, Meissner²⁾, v. Schröder³⁾]. Dagegen vermag die Leber, durch welche man kohlen sauren Ammoniak künstlich hindurchleitet, daraus Harnstoff zu bilden, nicht so die Muskeln (v. Schröder). Dies würde für die Leber als Ort der Harnstoffbildung sprechen; dagegen steht freilich die neuere Thatsache, dass Ausschaltung der Leber bei Säugethieren durch die Eck'sche Fistel (Communication der Pfortader mit Hohl- oder Nierenvenen) die Harnstoffausscheidung nicht herabsetzt [Hahn, Massen, Nencki und Pawlow⁴⁾]. Möglicherweise existiren mehrere Orte der Harnstoffbildung und Vorstufen des \bar{U} nebeneinander — so das Kreatin in den Muskeln.

Dass die **Harnsecretion** von der Blutcirculation abhängig ist, zeigt die Verminderung oder Stockung derselben bei Circulationsstörungen, Rückenmarksdurchschneidung u. s. w. Sinkt durch letztere der Blutdruck in der Aorta unter 40 mm, so hört sie ganz auf. Bei ihrer Verminderung wird der Harn zugleich concentrirter, während bei reichlichem Trinken grössere Mengen sehr verdünnten Harns ausgeschieden werden; diese Thatsachen, vereint mit der anatomischen Thatsache, dass das Blut in der Niere hintereinander zwei Verzweigungssysteme durchläuft (erstens das Wundernetz der Malpighi'schen Knäuel, zweitens die Capillaren des Labyrinths) weisen bereits darauf hin, dass das Wasser und die gelösten Bestandtheile des Harns gesondert von einander secernirt werden — ersteres in den Malpighi'schen Knäueln, in welchen ein die rein physikalische Filtration begünstigender hoher Druck herrscht und nur das Gefässendothel Blut und Innenraum der Bowman'schen Kapsel trennt, letzteres in den gewundenen Harncanälen, welche mit Epithelzellen verschiedenen Charakters je nach dem Theile des Canalverlaufes (Tub. contorti, abst. u. aufst. Ast der Henle'schen Schleifen, Schaltstück) versehen sind. Jene von Bowman zuerst ausgesprochene Vorstellung ist besonders durch die Beobachtungen Heidenhain's bestätigt: In's Blut injicirtes indigschwefelsaures Natron (blauer Farbstoff) findet sich nie in den Bowman'schen Kapseln, vielmehr kurz nach der Injection in den Epithelzellen der gewundenen Harncanälchen und fernerhin in deren Lumen und in demjenigen der geraden Harncanälchen, aus welchen austretend es den Harn färbt: bei Rückenmarksdurchschnei-

1) Ann. de chimie et de phys., XXIII, 90; 1823.

2) Zeitschr. f. ration. Med., XXXI, 235.

3) Arch. f. exp. Path. u. Pharm., XV, 364; XIX, 373.

4) Arch. des sc. biol. de St.-Petersb., I, 401.

dung findet man es auf die gewundenen Harncanälchen beschränkt. Somit erfolgt die Ausscheidung chemischer Verbindungen durch die Thätigkeit der Epithelzellen des Labyrinths, auch unabhängig vom Kreislauf, während das Harnwasser (wenigstens grösstentheils) aus den Malpighi'schen Knäueln in die Bowman'schen Kapseln ausgeschieden wird und auf seinem langen Wege durch's Labyrinth jene Substanzen mitnimmt.

Die Wasserausscheidung erfolgt vermuthlich rein physikalisch; doch ist hiergegen eine ganze Reihe von Thatsachen angeführt worden: Verschluss der Nierenvene vermindert die Harnsecretion trotz steigenden arteriellen Druckes [H. Meyer¹⁾, Frerichs²⁾], was aber auf Compression der inneren Glomerulischlingen durch die äusseren zurückgeführt werden könnte. Dagegen macht kurzdauernde Zuklemmung der Nierenarterie längerdauernde Störung der Harnsecretion [Overbeck³⁾]. Strychnin erhöht den Blutdruck durch allgemeinen Gefässkrampf, gleichzeitig stockt aber die Harnsecretion [Grützner⁴⁾]; ferner erfolgt die harntreibende Wirkung der Digitalis erst bei der auf die Contraction folgenden Erschlaffung der Gefässe. Ebenso macht Vasomotoren-Durchschneidung Harnvermehrung, nicht aber Vasoconstrictorenreizung [Bernard⁵⁾, Eckhard⁶⁾]. Deshalb ist zum Mindesten die Blutstromgeschwindigkeit und nicht der Blutdruck das Massgebende [Heidenhain⁷⁾]. Da ferner der Gehalt des Blutes an gewissen Stoffen, z. Th. präexistirenden Harnbestandtheilen, wie \dot{U} („harnfähige Stoffe“, aber auch anderen („harntreibende Arzneimittel“, „Diuretica“) die absolute Harnmenge vermehrt, so hat man, wie für Resorption, Lymphbildung u. s. w., auch für die Harn-Wassersecretion die Endothelzellenthätigkeit zu Hilfe genommen.

Die Ludwig'sche Anschauung⁸⁾ liess seinerzeit den Harn fertig mit allen Bestandtheilen, aber sehr verdünnt in den Glomerulis einfach physikalisch durchgepresst werden, um dann durch Wasserresorption in den Harncanälchen eingeengt zu werden. Die obenerwähnten Beobachtungen haben der bereits vorher von Bowman ausgesprochenen Anschauung wieder zu ihrem Rechte verholfen⁹⁾.

Ob, abgesehen von den Gefässnervenfasern, welche die Niere auch noch durch andere Bahnen als den Splanchnicus erhält, noch Nerveneinflüsse auf die Harnsecretion bestehen, ist nicht sicher. Trennung des Plexus renalis kann Albuminurie machen.

1) Archiv f. physiolog. Heilkunde, III, 116.

2) Die Bright'sche Nierenkrankheit, Braunschweig 1851, S. 276.

3) Ac. W., XLVII, 199.

4) A. g. P., XI, 383.

5) Leçons sur les propriétés des liquides etc.

6) Beiträge zur A. u. Ph., IV, 164.

7) Hermann's Handb., V, 1, S. 330.

8) Wagner's Handwörterbuch der Physiol., II, 637; Lehrb. der Physiol., 1. Aufl., II, 274.

9) Neuerdings bekämpft Tammann (Zeitschr. für physikalische Chemie, XX, 180) die Vorstellung, dass in den Glomerulis nur Wasserfiltration stattfindet, aus theoretischen Gründen; wahrscheinlich mit Recht.

Der im Nierenbecken sich sammelnde Harn gelangt von hier aus in den Ureter; bei Verschluss desselben kann er einen Druck („maximaler Secretionsdruck“) erreichen von 40 bis 64 mm Hg [M. Herrmann¹⁾, Heidenhain²⁾] bei mittlerem arteriellen Blutdruck. Durch peristaltische Contractionen des **Ureters** wird der Harn in die Blase weitergeführt.

Die Fortpflanzung der Uretercontractionen ist eine sehr langsame, 20—30 mm per Sec.; sie erfolgt auch nach Separation aller Nervenverbindungen; ausserdem soll der obere Theil des Ureters gar keine Ganglienzellen erhalten, was Alles für „directe musculäre Leitung“ spricht (Engelmann).

Die **Harnblase**, ein an Muskelfasern reiches Hohlorgan, fasst 1 $\frac{1}{2}$ —2 l. Dem in sie eingetretenen Harn wird der Rückweg durch die schiefe Durchbohrung der Wand seitens der Ureteren verschlossen, welche ventilartig functionirt. Der Abfluss in die Harnröhre wird, so lange nicht ein gewisser Füllungsgrad erreicht ist, durch die tonische Contraction der Blasen sphincteren (int. am Blasenhal und ext. in der Prostata) verhindert. Diese Muskeln unterstehen dem Willen, insofern ihr Tonus sowohl gesteigert werden kann — bei Erregung sensibler Nerven durch zunehmende Füllung, resp. Spannung der Blase, „Harndrang“ —, als auch vermindert werden kann: Harnlassen bei gefüllter Blase, aber auch bei nur geringem Inhalt. Der Austritt des Harnes wird bewirkt durch die Contraction der Blasen-Ring- und hauptsächlich -Längsmuskelfasern (Detrusor urinae). Diese sowohl, als der Tonus der Sphincteren an und für sich erfolgt reflectorisch; das Centrum liegt im Lendenmark; wird dasselbe isolirt, so genügen geringe Reize zur reflectorischen Harnentleerung [Goltz³⁾]; wird es zerstört, so kann unwillkürlicher tropfenweiser Abgang des Harns, sog. Incontinentia urinae die Folge sein (Myelitis), braucht aber im Experiment wenigstens dauernd nicht einzutreten [Ewald und Goltz⁴⁾]. Die Nervenbahnen für die Blasenmusculatur verlaufen nicht nur vom Rückenmark her kommend im Pl. sacralis, sondern auch im sympathischen Pl. hypogastricus, wo wahrscheinlich auch Ganglienzellen mitspielen [Sokownin⁵⁾, H. Nussbaum⁶⁾].

1) Ac. W., XXXVI, 349; XLV, 345.

2) Hermann's Handb., V, 1, S. 326.

3) A. g. P., VIII, 481.

4) A. g. P., LXIII, 362.

5) Kasaner Univ.-Nachr., 1877.

6) Arbb. Warschauer med. Labor., V, 120; 1879.

Der Blasen-tonus wechselt sehr mit mancherlei Bedingungen: Kälte z. B. steigert ihn, im Schlafe ist er herabgesetzt. Die Austreibung der letzten in der Harnröhre befindlichen Flüssigkeitsportion beim Harnlassen erfolgt durch Contractionen des *M. bulbocavernosus*.

Von der Haut wird zeitweise und bei verschiedenen Thieren in sehr verschiedenem Maasse und Umfange eine als „Schweiss“ bezeichnete Flüssigkeit ausgeschieden, deren Zweck Beförderung der Wärmeabgabe durch Verdunstung ist (siehe später, S. 178). Da Schweiss in grösseren Mengen zu sammeln schwierig ist, so weiss man über seine Zusammensetzung und Reaction wenig Genaueres: frisch secernirt, reagirt er alkalisch, enthält Harnstoff, Cholesterin, Fette und Salze; er zersetzt sich leicht und schnell, reagirt dann sauer und enthält flüchtige Fettsäuren, welche den charakteristischen Geruch bedingen.

Organe der Schweisssecretion sind die knäueiförmig endenden Schweissdrüsen in der Haut, an den Volar- und Plantarflächen und im Gesichte beim Menschen und mehreren Säugethieren reichlich vorhanden, bei ersterem indessen über den ganzen Körper verbreitet. Die Thätigkeit derselben kann veranlasst werden vor Allem durch Hitze, ferner durch Muskelanstrengung, reichliches Trinken, Dyspnoe, gewisse Arzneistoffe, resp. Gifte („Diaphoretica“, Pilocarpin), endlich psychische Einflüsse (Angstschweiss).

Die trockene heisse Haut des Fiebernden einerseits, der „kalte“ Schweiss bei blasser anämischer Haut andererseits (Angst, Erstickung, Agonie) beweisen die Unabhängigkeit der Schweisssecretion von der Gefässweite und deren Innervation; durch Reizung peripherischer Nervenstümpfe lässt sich auch an abgeschnittenen Gliedmassen Schweisssecretion hervorrufen [Goltz¹⁾, Kendall und Luchsinger²⁾]; es existiren also besondere Schweissnervenfasern; diese verlaufen ähnlich den Gefässnerven, indem sie aus dem Rückenmark in den sympathischen Grenzstrang eintreten und von dort aus erst zu den grossen Nervenstämmen laufen. Untergeordnete „Schweisscentren“, reflectorisch, z. B. durch die Hitze erregbar, liegen im Rückenmark, übergeordnete, wie die Wirkung psychischer Einflüsse beweist, im Gehirn.

Entsprechend der Beobachtung von Dupuy³⁾, dass bei Durchschneidung des Hals-sympathicus zugleich mit der einseitigen Hyperämie des Kopfes auch Schwitzen eintritt, schrieb man früher der Circulation den Hauptinfluss bei der

¹⁾ A. g. P., XI, 71.

²⁾ A. g. P., XIII, 212.

³⁾ Journal de méd., XXXVII, 1816.

Schweisssecretion zu und betrachtete auch diese als einen blossen Filtrationsprocess. Neuere Versuche [Schweisssecretion nach Umschnürung von Gliedern mit durchschnittenen Nerven, Levy-Dorn¹⁾], zeigen, dass die Circulation ein secundärer, doch kaum ganz zu vernachlässigender Factor ist. Die schweisstreibenden Gifte, Pilocarpin und Muscarin, wirken sowohl auf das Centrum, als auch (ersichtlich bei durchschnittenen Nerven) peripherisch [Luchsinger²⁾]; ob auf die Nervenendigungen oder auf die Drüsenzellen selbst, ist nicht sichergestellt. Atropin lähmt die Schweisssecretion vollständig.

Kleine acinöse, in die Haarbälge mündende Drüsen überall in der Haut, grössere desgleichen an den Augenlidern (Meibom'sche Drüsen) und dem Präputium, Knäueldrüsen im äusseren Gehörgang und andere mehr liefern fettige, der Geschmeidigkeit des Integuments dienende Secrete: Hauttalg, resp. Sebum praeputiale, Ohrenschmalz u. s. w. Wie in dem analogen Wollfett der Thiere, herrschen hier Fettsäure-Cholesterinester vor.

Den früher besprochenen schleimsecernirenden Speicheldrüsen, resp. Theilen von solchen schliessen sich kleine acinöse Drüsen vieler Schleimhäute (Mund-, Respirations-, Genitalschleimhaut) an, welche ebenso wie die daselbst stets vorhandenen einzelnen Schleim- („Becher“)zellen schleimiges, der Feucht- und Schlüpfrighaltung dienendes Secret liefern.

Für den Augapfel dient dem letztgenannten Zwecke ein besonders geartetes Secret, die Thränen; Näheres über diese siehe später bei der Besprechung des Gesichtssinnes. Ebenso sollen die Keimdrüsensecrete und die Milch mit der Zeugungsphysiologie abgehandelt werden.

¹⁾ Zeitschr. f. klin. Med., XXI, 81; XXIII, 309.

²⁾ A. g. P., XV, 482.