

## V. Übergang der Nahrungsstoffe in das Blut; weitere Schicksale derselben.

Die Aufsaugung (Resorption) der durch die Verdauungssäfte veränderten, in eine lösliche, resorbierbare Form übergeführten Nahrungsstoffe geschieht durch die Blut- und Lymphgefäße. Im Magen und Darm sind es die in der Schleimhaut verteilten äußerst feinen Ästchen der Blutgefäße, welche die aufgelösten Nahrungsstoffe in sich aufsaugen; der Dünndarm dagegen enthält noch besondere Aufsaugungsorgane, die sog. Zotten, zahlreiche kleine, kegelförmig gestaltete Ausstülpungen der Schleimhaut, die der inneren Fläche des Darmes ein samtartiges Aussehen geben.

Die Zotten sind von dem Zylinderepithel der Darmschleimhaut überzogen und besitzen Längslagen glatter Muskeln. In ihrem Innern enthält jede Zotte ein fein verzweigtes Blutgefäßnetz und in ihrer Achse das schlauchförmige Ende eines Lymphgefäßes, hier noch Chylusgefäß genannt. Diese Gefäße, auch Saugadern genannt, vereinigen sich zu mehr oder weniger starken Zweigen, die zwischen den Blättern des Gekröses verlaufen. Während dieses Verlaufes gehen sie noch durch die sog. Lymphdrüsen und vereinigen sich endlich in dem Milchbrustgange (ductus thoracicus), der in die Unterschlüsselbeinvene (vena subclavia) mündet.

Die in dem Darmtraktus gelösten flüssigen Nährstoffe, die Protein- stoffe oder deren Verdauungsprodukte, die Salze und Zucker, treten durch die Blutkapillaren der Darmwand direkt in das Blut über; die emulgierten Fette dagegen treten in die Chylusgefäße und erfahren vor ihrem Eintritt in das Blut noch eine besondere Vorbereitung durch besondere Drüsenorgane, die Lymphdrüsen. In diesen werden die absorbierten Stoffe dem Blute immer ähnlicher. Der Nahrungsstoff (Chylus) nimmt hier zahlreiche farblose Kerne und kernhaltige Zellen auf, die sog. Lymph- (Chylus-)körperchen, welche den farblosen Blutkörperchen völlig gleichen. Je mehr der Nahrungssaft (Chylus, Lymphe) in das Innere des Saugadernsystems gelangt, desto größer wird sein Gehalt an Faserstoff; er erhält gleich dem Blute die Eigenschaft, nach Entfernung aus dem Körper von selbst zu gerinnen; er erhält zugleich eine leicht rötliche Färbung, die sich bei Luftzutritt erhöht; er tritt endlich in das Blut über und durchströmt mit diesem den ganzen Körper.

Die Lymphe ist eine farblose oder gelblichweiße Flüssigkeit, aus einem farblosen Plasma und in demselben suspendierten Körperchen (Lymphkörperchen) bestehend; außerdem enthält dieselbe Fetttropfen und Kerne. Die Lymphe gerinnt nach der Entfernung aus dem Körper wie das Blut, nur langsamer. Die übrigen Bestandteile sind dieselben wie die des Blutes, mit Ausnahme des fehlenden Farbstoffs. Der Chylus

95% H<sub>2</sub>O  
5% Lymphe

unterscheidet sich von der Lymphe nur durch den höheren Fettgehalt, welcher ihm ein milchiges Aussehen gibt.

O. Nasse teilt folgende Zusammensetzung von Blut und Chylus einer Katze mit.

	Chylus %	Blut %
Wasser . . . . .	90.57	81.00
Eiweißkörper (inkl. Körperchen und Extraktivstoffe)	4.89	17.69
Faserstoff . . . . .	0.13	0.24
Fett . . . . .	3.27	0.27
Kochsalz . . . . .	0.71	0.54
Alkalisalze . . . . .	0.23	0.16
Eisenoxyd . . . . .	Spuren	0.05
Salze im ganzen . . . . .	1.14	0.80

87% 420  
 20% 400  
 10mm - 5h  
 100  
 200  
 300  
 400  
 500  
 600  
 700  
 800  
 900  
 1000

Das Blut ist eine rote, alkalisch reagierende Flüssigkeit; das spez. Gew. des menschlichen Blutes ist 1.05—1.06. Die mikroskopische Untersuchung des eben den Adern entnommenen Blutes zeigt, daß dasselbe aus einer gelblich gefärbten Flüssigkeit, dem Blutplasma, besteht, in welchem zahlreiche kleine, feste Partikelchen, die roten und weißen Blutkörperchen suspendiert sind.

Nach seiner Entfernung aus dem Körper gerinnt das Blut in kurzer Zeit; es scheidet sich in demselben ein schwerlöslicher Eiweißstoff, das Fibrin, aus, welches, die festen Blutkörperchen einschließend, den sog. Blutkuchen bildet. Dieser, anfangs sehr voluminös, schrumpft allmählich zusammen, wodurch eine gelblich gefärbte, eiweißhaltige Flüssigkeit, das Blutserum, ausgepreßt wird. Schlägt man jedoch das frisch aus der Ader fließende Blut mit einem Stabe, so scheiden sich nur mehr oder weniger zusammenhängende Fibrinfasern aus, die an dem Stabe haften und mit diesem aus der Flüssigkeit herausgehoben werden können, während die Blutkörperchen im wesentlichen in der Blutflüssigkeit suspendiert bleiben; das auf solche Weise des Fibrins beraubte, defibrierte Blut (Serum + Blutkörperchen) gerinnt nicht mehr.

Das Fibrin ist im Blute nicht schon fertig gebildet vorhanden; es bildet sich erst bei der Gerinnung aus dem Fibrinogen, einem globulinartigen Eiweißstoffe des Blutplasmas, welcher unter Einwirkung eines erst außerhalb des Organismus durch Zerfall von weißen Blutkörperchen entstandenen Enzyms (Fibrinferment, Thrombin) in Fibrin und einen bis jetzt nicht sicher definierten Eiweißkörper (Fibrinoglobulin?) gespalten wird. Das Enzym geht aber nicht gleich als solches aus den Blutkörperchen hervor, sondern zunächst sein Zymogen, das unwirksame Prothrombin, welches sodann im Plasma unter Mit Hilfe von Kalksalzen zum wirksamen Thrombin wird.<sup>1</sup>

10mm  
 200  
 300  
 400  
 500  
 600  
 700  
 800  
 900  
 1000

<sup>1</sup> Vergl. Alex. Schmidt: Zur Blutlehre, Leipzig 1892; sowie: Weitere Beiträge zur Blutlehre, Wiesbaden 1895; Ol. Hammarsten, Ztschr. f. physiol. Chem. 1896. 22, 333 u. 1899. 28, 98.

Die Gerinnung des Blutes wird durch Wärme und durch Schlagen beschleunigt, verhindert wird sie durch Kälte und Zusatz von Alkalien.

Die **roten Blutkörperchen** sind beim Menschen und den Säugtieren (mit Ausnahme des Lamas, Kamels und deren Verwandten) runde, beiderseitig ausgehöhlte (bikonkave) kern- und membranlose Scheibchen, deren Durchmesser 0.006 – 0.008 mm beträgt.<sup>1</sup> Die Menge der roten Blutkörperchen wechselt bei den verschiedenen Tieren.<sup>2</sup> Unter dem Mikroskop betrachtet, sieht man die Blutkörperchen manchmal geldrollenähnlich aneinandergelegt.

Die Bestandteile der roten Blutkörperchen sind:

1. das Hämoglobin bzw. Oxyhämoglobin (der färbende Bestandteil);
2. das farblose Stroma, das Stützgerüste der Blutkörper.

Das Hämoglobin ist ein schwefel- und eisenhaltiger, roter, in Wasser wenig, in verdünnten Alkalien leicht löslicher Farbstoff. Trennt man den Farbstoff durch Äther von den Blutkörperchen und läßt die rotgefärbte Flüssigkeit langsam eindunsten, so erhält man die sog. Blutkristalle (rhombische Tafeln oder Prismen). Das Hämoglobin ist imstande, relativ große Mengen Sauerstoff aufzunehmen; auf dieser Eigenschaft beruht seine physiologische Bedeutung. Die Sauerstoffverbindung des Hämoglobins, das Oxyhämoglobin, wird aber sehr leicht wieder reduziert; die Reduktion desselben geschieht außer durch das Körpergewebe auch durch chemische Reduktionsmittel (Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium usw.). Auch das Kohlenoxydgas verdrängt den Sauerstoff aus seiner Verbindung mit Hämoglobin, es entsteht das sauerstofffreie Kohlenoxydhämoglobin; beim Einatmen von Kohlenoxyd hört die respiratorische Tätigkeit der roten Blutkörperchen auf (Kohlenoxydvergiftung, Erstickungstod). Das Oxyhämoglobin (das gewöhnliche Blut) und das Kohlenoxydhämoglobin (das Erstickungsblut) zeigen im Spektrum charakteristische Absorptionsstreifen, welche zur Erkennung derselben dienen.

Durch eiweißkoagulierende und eiweißfällende Einflüsse, also Wärme, Alkalien, Mineralsäuren, Alkohol, selbst Kohlensäure bei Gegenwart von viel Wasser, wird das Hämoglobin sehr leicht zersetzt und zwar in einen Eiweißkörper, der dem Globulin nahe steht, das Globin (ein Histon), und in Hämatin, den eisenhaltigen Farbstoff, der getrocknet blauschwarz und metallischglänzend erscheint. Er ist in Alkohol und Wasser nicht löslich; in Säuren löst er sich mit brauner Farbe, die Lösung in Alkalien ist dichroitisch (grün und rot). Wenn man eingetrocknetes Blut mit starker Essigsäure bei Gegenwart von etwas Kochsalz erhitzt, so erhält

<sup>1</sup> Die mehr oder weniger elliptisch geformten Blutkörperchen des Lamas usw., der Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische (mit Ausnahme der Rundmäuler) sind meist kernhaltig. — <sup>2</sup> 1 cem menschliches Blut enthält 4–5 Mill. solcher Blutzellen; bei Gebirgsbewohnern wurden 7–8 Mill. beobachtet.

man beim Abkühlen die charakteristischen rhombischen (Teichmannschen) Hämkristalle von salzsaurem Hämatin.

Das farblose Stroma ist eine Art Protoplasma; es enthält durch Kohlensäure fällbares Globulin, geringe Mengen in Äther löslicher Substanzen (Fette, Seifen, Cholesterin, Lecithin und dessen Zersetzungsprodukte), Salze (Kali- und Phosphorsäureverbindungen, wenig Chloride, fast kein Natron), Wasser und Gase (wenig Kohlensäure [gebunden] und Stickstoff, vorwiegend Sauerstoff).

Die farblosen Blutkörperchen (Leukocyten) sind kugelige, kernhaltige Zellen mit granulösem Inhalt von 0.007—0.011 mm Durchmesser; sie besitzen keine Membran; sie sind kontraktile und nehmen, wenn bei ihrer Beobachtung die Körperwärme hergestellt wird, lebhaftere Bewegung an, dabei ihre Gestalt amöbenartig stets verändernd. Die Zahl derselben schwankt sehr; im Mittel kommt auf 350—500 rote Körperchen ein farbloses. Ihrem Ursprunge nach sind sie Chylus- bzw. Lymphkörperchen, welche allmählich in rote Blutkörperchen übergehen.

Befähigt durch die Kapillargefäße hindurch in die Gewebe zu wandern, vermitteln sie den Transport ungelöster Substanzen (Fett, Pigmente), entfernen auch fremde Körper (Bakterien); die Eiterkörperchen sind ausgewanderte weiße Blutzellen.

Die chemischen Bestandteile der farblosen Blutkörper sind neben Wasser hauptsächlich Eiweißstoffe (Nukleine, Nukleoalbumine), ferner Lecithin, Cholesterin und Salze in geringer Menge.

Außer den roten und weißen Blutkörperchen finden sich im Blute noch andere geformte Bestandteile, die sog. Blutplättchen oder Hämatoblasten, farblose, lichtbrechende, runde Scheibchen mit 2—3 mal geringerem Durchmesser als die roten Blutkörper. Nach A. Kossel und L. Lilienfeld sind dies Derivate des Zellkerns, aus einer chemischen Verbindung zwischen Eiweiß und Nuklein bestehend.

Das Blutplasma enthält das Fibrinogen (siehe oben) und die Bestandteile des Blutserums.

Im Blutserum finden sich:

1. 8—10 % Eiweißkörper, unter denen 3—4 % Serumalbumin und 2—4 % Serunglobulin;
2. Fette, Fettsäuren, Cholesterin, Lecithin (0.1—0.2 %);
3. Traubenzucker, nach J. Seegen 0.14—0.15 %;<sup>1</sup>
4. sog. Extraktivstoffe: Kreatin, Kreatinin, Sarkin, Harnstoff, Harnsäure;
5. Salze, besonders Kochsalz und kohlensaures Natrium;
6. Wasser;
7. Gase: Sauerstoff, Kohlensäure und Stickstoff.

Die Menge des Blutes beträgt beim Menschen 7—8 % des Körpergewichts.

<sup>1</sup> Pflügers Arch. f. Physiol. 1886, 348.

Man unterscheidet das hellrote, arterielle Blut und das dunkelrote, venöse Blut; der Unterschied ist hauptsächlich durch den Sauerstoffgehalt bedingt. Das arterielle Blut enthält die heller gefärbte Sauerstoffverbindung des Hämoglobins, das Oxyhämoglobin, während das venöse Blut seine dunkelrote Färbung der reduzierten Verbindung, dem Hämoglobin verdankt.<sup>1</sup> Das arterielle Blut ist ärmer an Kohlensäure als das venöse. Das arterielle Blut zeigt in allen Gefäßen eine gleiche Zusammensetzung, während die Zusammensetzung des venösen Blutes von der Natur und der Arbeit des Organes abhängig ist, aus welchem es herausfließt. *Zusatz (aus dem Text): Leber.*

Die Aufgabe des Blutes ist, den ganzen Stoffverkehr zwischen den Organen zu vermitteln, also den einzelnen Organen Baumaterial, sowie die zur Verarbeitung desselben nötigen Stoffe und Sauerstoff zuzuführen, sodann die Zersetzungsprodukte wieder aufzunehmen und den Ausscheidungsorganen (Lungen, Haut, Nieren) zuzuleiten.

Den Mittelpunkt des Blutkreislaufes bildet das Herz, ein hohles, aus Muskelfasern bestehendes Organ. Die Herzhöhle wird in eine rechte und eine linke geteilt; jeder Teil wieder in zwei Kammern, die Vorkammer und die Herzkammer. Die beiden Vorkammern stehen durch Klappenventile mit den Herzkammern in Verbindung; die beiden Seitenhälften aber sind voneinander durch eine Scheidewand getrennt.

Der Blutumlauf gestaltet sich nun folgendermaßen. Das Blut wird aus der linken Vorkammer durch Kontraktion der Muskeln in die linke Herzkammer getrieben; ist diese gefüllt, so zieht sie sich zusammen — ein Zurückströmen des Blutes in die Vorderkammer ist durch die sog. zweizipfelige Klappe, valvula mitralis verhindert — und drückt das Blut in die Aorta. Diese, die größte Schlagader des Körpers, beschreibt einen Bogen und steigt im Brust- und Bauchraum hinab bis zur Beckengegend. Auf diesem Wege gibt sie große Zweige ab für die Eingeweide; im Becken spaltet sie sich dann gabelig in zwei gleichstarke Arterien, welche die unteren Extremitäten versorgen. Bereits vorher, in der großen Kurve, sind drei Adern abgezweigt, welche das Blut in den Kopf und die beiden Arme führen. Diese Hauptarterien-Äste führen, sich in immer feinere Zweige netzförmig durch den ganzen Körper verbreitend, allen Organen und Geweben das Blut zu, dessen Bestandteile durch Diffusion austreten. Das seiner Nährstoffe beraubte, mit den Zerfallsprodukten beladene Blut wird nun von den Venenkapillaren aufgesogen und strömt durch zwei große Venenadern, die obere und die untere Hohlader (Hohlvene), zum Herzen zurück in die rechte Vorkammer. Das aus den Eingeweiden zurückkehrende Blut gelangt nicht direkt in die Venen, sondern durchläuft zuvor noch die Leber (Pfortadersystem). Aus der rechten Vorkammer tritt das venöse Blut in die rechte Herzkammer, von welcher aus es nun in die Lungenschlagader getrieben wird, welche

<sup>1</sup> Das sauerstofffreie Erstickungsblut ist noch dunkler, fast schwarz gefärbt.

sich in zwei Äste teilt, die den Blutstrom in die rechte und linke Lunge ergießen. Indem das Blut nun die Haargefäße durchläuft, in denen die Lungenarterien enden, kommt es mit der Luft in Berührung, nimmt Sauerstoff auf und wird wieder arterielles Blut. Das wieder neu belebte Blut gelangt in die Lungenvenen und durch diese wieder in die linke Vorkammer, wo es seinen Kreislauf von neuem beginnt.

Der Lauf vom Herzen zu den Lungen und zurück wird als kleiner Respirationskreislauf, der vom Herzen zu den Körperteilen und zum Herzen zurück als großer Blutkreislauf, Ernährungskreislauf, bezeichnet.

Außer dem Blutgefäßsystem enthält der Körper noch das bereits früher erwähnte Lymphgefäßsystem, in welches ein Teil der in die Gewebe ausgetretenen Bestandteile des Blutes und die verdauten Stoffe des Darmes eintreten. Die Lymphgefäße, deren Hauptstamm der Milchbrustgang ist, welcher neben der Aorta in der Brusthöhle liegt, ergießen ihren Inhalt in die Äste der oberen Hohlader.

Wie bereits früher erwähnt, sind die Resorptionswege der gelösten Nährstoffe (der Proteinstoffe und deren Verdauungsprodukte, der einfachen Zucker und Salze) die Blutkapillaren der Darmwand. Die Nährstoffe passieren zunächst die Darmepithelien und gelangen sodann durch eigentümliche, unbekannte Vorgänge<sup>1</sup> — nicht durch Diffusionserscheinungen — in die Kapillaren, um dann dem Pfortadersystem, der Leber, zuzuströmen; den zweiten Weg aus dem Darm zur Säftemasse, die Lymphbahnen, gehen die genannten Substanzen nicht, wie durch Versuche von J. Zawilsky, A. Schmidt-Mühlheim, J. v. Mering<sup>2</sup> nachgewiesen ist.

Die Fette dagegen treten in die Lymphbahnen ein.

**Wie werden nun die Nährstoffe von den Geweben assimiliert? Wie werden die dem Blute direkt oder indirekt zugeführten Nährstoffe in die verschiedenen Körperbestandteile umgewandelt?**

Eine erschöpfende Antwort ist auf diese Frage bis jetzt nicht gegeben.

Früher hat man die Zersetzungs- und Umwandlungsvorgänge in das Blut verlegt, dies hat sich aber als irrig erwiesen, denn im Blute finden sich die charakteristischen gewebbildenden Stoffe nicht vor. Das Blut, die Lymphe, der Chylus können nur als Transportwege angesehen werden. Der Ort für den Aufbau sind die Zellen und Gewebe der Organe selbst. Einige vorbereitende Arbeiten jedoch finden schon im Chylus, im Blute (Atmung) und besonders in der Leber statt.

Die hier stattfindenden Prozesse haben den Charakter der hydrolytischen Synthese (Bildung von komplizierten Körpern aus einfachen unter Austritt von Wasser), im Gegensatze zu der bei der Verdauung

<sup>1</sup> F. Hoppe-Seyler, *Physiol. Chem.* 1877. 1, 348; R. Neumeister, *Lehrb. d. physiol. Chem.* 297. — <sup>2</sup> R. Neumeister, *l. c.* 298.

stattfindenden hydrolytischen Spaltung (Zerfall komplizierter Verbindungen unter Wasseraufnahme in einfachere).

Die von den Blutgefäßen des Magens und des Darmes resorbierten Stoffe werden zunächst durch die Pfortader der Leber zugeführt. Über die einleitenden **Assimilationsvorgänge** (vielleicht in der Leber) ist folgendes festgestellt.

1. Die Eiweißkörper werden im Verdauungskanal durch die Verdauungssäfte in lösliche Eiweißstoffe und in Peptone verwandelt. Man hat früher angenommen, daß der Resorption der Proteinsubstanzen stets eine Peptonisierung vorangehen müßte, daß die nicht diffusiblen nativen Eiweißstoffe in diffusible Peptone umgewandelt werden müßten, um die Darmwand passieren und in die Blutbahn gelangen zu können; allein es ist festgestellt, daß die meisten Eiweißkörper, ohne Peptonisation, im genuinen oder denaturierten Zustande die Darmwand passieren können. Nach Versuchen von C. Voit und J. Bauer<sup>1</sup> werden gelöstes Muskelfleisch und saurer Fleischsaft (Acidalbumin), sowie auch andere gelöste Eiweißkörper, per clyisma injiziert, von der Dickdarmschleimhaut aufgesaugt; im Dickdarm findet aber keine Peptonisation statt. Nicht direkt assimilierbar sind das genuine Eieralbumin, Kasein, Hämoglobin, Glutin.<sup>2</sup>

Die Eiweißverdauung bringt die direkt assimilierbaren Eiweißstoffe als solche oder als Syntonin in Lösung, die nicht direkt assimilierbaren Stoffe dagegen werden so umgeformt, daß aus ihnen resorbierbare entstehen; außerdem aber wird zu noch unbekanntem Zwecke ein wechselnder Teil der Eiweißstoffe in Albumosen und Peptone gespalten.

Diese Albumosen und Peptone müssen, bevor sie in den Blutstrom aufgenommen werden können, nochmals eine Umformung erfahren, um assimilierbar zu werden. Peptone und Albumosen sind im Blut und Chylus, in den Säften und Geweben nicht nachweisbar; diese Körper müssen als Fremdkörper in der Säftemasse angesehen werden; in das Blut eingespritzte Albumosen und Peptone werden sofort wieder durch den Harn ausgeschieden, größere Mengen wirken giftig. Es ist nun durch eine Reihe von Versuchen nachgewiesen (C. Ludwig und G. Salvioli, F. Hofmeister<sup>3</sup>), daß wirklich eine Umbildung der Peptone in der Darmwand stattfindet, bevor dieselben in das Blut übertreten. Diese Umformung findet wahrscheinlich in dem Epithel der Schleimhaut statt; über die Natur derselben ist nichts Sicheres bekannt. Die neueren Ernährungsversuche haben es jedoch wahrscheinlich gemacht, daß die Peptone und Albumosen tatsächlich wieder eine Rückbildung in eiweißartige Substanzen erfahren. Möglicherweise liefern die in der Darm-

<sup>1</sup> C. Voit u. J. Bauer, Über d. Aufsaugung im Dick- und Dünndarm, Ztschr. f. Biologie 1869. 5, 562. — <sup>2</sup> Literatur siehe bei R. Neumeister, l. c. 301. — <sup>3</sup> Gaetano Salvioli, Du Bois' Arch. 1880, Supplem. 112; F. Hofmeister, Das Verhalten des Peptons in der Magenschleimhaut, Ztschr. f. physiol. Chem. 1882. 6, 69; siehe R. Neumeister, Lehrb. d. phys. Chem. 310 u. 311.

schleimhaut entstandenen, noch unbekanntem Umwandlungsprodukte der Peptone einen Teil des sog. Organeiwisses.

Das weitere Schicksal der Eiweißstoffe ist unbekannt; den Spaltungsprodukten derselben begegnen wir erst dann wieder im Organismus, wenn sie auf dem Wege der Ausscheidung als Vorbildungsstufen des Harnstoffs auftreten. Der Harnstoff nebst geringen Mengen Harnsäure, Ammoniak und einigen Basen, welche sämtlich durch die Nieren als Harn ausgeschieden werden, bilden die Endprodukte der Zersetzung der Eiweißkörper im Organismus.

2. Die Fettspaltungsprodukte werden in Fette zurückverwandelt; nach Fütterung mit Seifen werden die den Fettsäuren der letzteren entsprechenden Glyceride im Körper wieder aufgefunden (S. Radziejewski<sup>1</sup>).

Siehe noch: J. Munk, *Ctrlbl. Physiol.* 1900. **14**, 121. 153; E. Pflüger, *Pflügers Arch.* 1900. **82**, 303; V. Henriques u. C. Hansen, *Ctrlbl. Physiol.* 1900. **14**, 313.

3. Der überschüssige Nahrungszucker wird in der Leber aufgespeichert und in Glykogen verwandelt. Andererseits aber besitzen die Leberzellen umgekehrt auch die Fähigkeit, das aufgespeicherte Glykogen wieder in Zucker zu spalten und nach Bedarf an das Lebervenenblut abzugeben (Cl. Bernhard<sup>2</sup>). Das Glykogen hat somit für den Stoffwechsel der Tiere eine ähnliche Bedeutung, wie die Stärke für den Stoffwechsel der Pflanze; beide Stoffe stellen in den Organen abgelagertes Reservematerial vor. Der aus dem Glykogen entstehende Traubenzucker wird schließlich zu Kohlensäure und Wasser verbrannt.

## VI. Ausscheidung der Stoffwechselprodukte.

Die im Körper nicht verwerteten Produkte des Stoffzerfalles werden aus demselben ausgeschieden. Diese Ausscheidung geschieht hauptsächlich durch besondere Organe, durch den Darm, die Niere, die Lunge und die Haut.<sup>3</sup>

1. Der **Kot** (Fäces) enthält die unverdaulichen oder aus irgend welcher Ursache unverdauten Nahrungsreste; der unverdaut gebliebene Teil der Nahrung besteht neben anderem aus Cellulose, Muskelfasern, Horn- und Haargebilden, aus ungenügend zerkleinerten Nahrungsstoffen, wie hartem Eiweiß usw. Weiter enthält der Kot die nicht resorbierten Reste der Verdauungssäfte, Schleim, Gallenfarbstoffe (welche die Färbung des Kotes bedingen), Wasser und Salze (meist unlösliche Phosphate und Karbonate). Auch im Darm gebildete Zersetzungsprodukte (Indol, Skatol),

<sup>1</sup> *Ctrlbl. f. d. med. Wiss.* 1866, Nr. 23; *Virchows Arch.* 1868. **43**, 268 und 1872. **56**, 211. — <sup>2</sup> *Nouvelle fonction du foie etc.*, Paris 1853. — <sup>3</sup> Die hier näher bezeichneten Wege sind nicht die einzigen, auf welchen der Körper Stoffe abgibt; so wären z. B. noch zu nennen die Milch, der Samen, der Nasenschleim, der Speichel, der Schweiß, Nägel, Haare usw.; die oben angeführten sind aber die hauptsächlichsten.