

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-schleimhaut entstandenen, noch unbekannten Umwandlungsprodukte der Peptone einen Teil des sog. Organeiweißes.

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, *Centrbl. Physiol.* 1900. **14**, 121. 153; E. Pflüger, *Pflügers Arch.* 1900. **82**, 303; V. Henriques und C. Hansen, *Centrbl. Phys.* 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 etc. Weiter enthält der Kot die nicht resorbierten

<sup>1</sup> *Centrbl. 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 etc.; die oben angeführten sind aber die hauptsächlichsten.

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), flüchtige Fettsäuren (Valeriansäure, Kapronsäure etc.) werden im Kot ausgeschieden. Endlich enthält der Kot noch zahlreiche Spaltpilze. W. Sucksdorff<sup>1</sup> fand bei gewöhnlichem Essen und Trinken pro 1 mgr Kot 25 000—230 4347 Kolonien.<sup>2</sup>

2. Der **Harn** enthält die durch die Nieren ausgeschiedenen, in Wasser löslichen Endprodukte des Stoffwechsels, hauptsächlich umgewandelte Stickstoffverbindungen, Wasser und Salze, außerdem Produkte, die zufällig in den Organismus gelangt und für ihn nicht verwertbar sind. Normaler menschlicher Harn reagiert sauer infolge seines Gehaltes an sauren Salzen. Sein spezifisches Gewicht ist im Mittel 1.018. Innerhalb 24 Stunden werden von einem erwachsenen Menschen — abgesehen von einer abnorm gesteigerten Flüssigkeitszufuhr — 1.2—1.7, im Mittel 1.5 Liter Harn entleert. Diese Menge enthält ungefähr 60 g (3.5—4 %) feste Bestandteile gelöst, von denen etwa 25 g (1.7 %) anorganischer und 35 g (2.3 %) organischer Natur sind.

Die anorganischen Bestandteile sind vorwiegend Kochsalz, dann saures phosphorsaures Natrium und Kalium, weiter saures phosphorsaures Calcium und Magnesium und schwefelsaures Kalium und Natrium; auch Eisen ist in geringer Menge (in organischer Bindung) im Harn enthalten.

An organischen Stoffen finden wir im Harn in erster Linie den Harnstoff ( $\text{CO}[\text{NH}_2]_2$ ), dann Harnsäure ( $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$ ) in Form saurer Alkalisalze, Kreatinin, Hippursäure, ferner in geringen Mengen Xanthinstoffe (Xanthin, Hypoxanthin oder Sarkin, Guanin etc.), Oxalsäure (an Kalk gebunden), Oxalursäure (als oxalursaures Ammon), Allantoin, flüchtige Fettsäuren, Milchsäure, Kohlehydrate, Glycerinphosphorsäure, Ätherschwefelsäuren (Phenol-, Parakresol-, Indoxyl-, Skatoxyl-, Brenzkatechin-Schwefelsäure), aromatische Oxysäuren (Paraoxyphenylessigsäure und Paraoxyphenylpropionsäure), endlich Farbstoffe und Chromogene.

Von Gasen enthält der Harn hauptsächlich Kohlensäure neben geringen Mengen von Stickstoff und Spuren von Sauerstoff.

Die gelbe Farbe des normalen Harns rührt von mehreren Farbstoffen, größtenteils vom Urochrom her, einem stickstoffhaltigen, eisenfreien Körper, der die Xanthoproteinreaktion gibt und in naher Beziehung zum Urobilin zu stehen scheint (Archibald E. Garrod<sup>3</sup>), ferner enthält frischer Harn stets kleine Mengen von Hämatoporphyrin (durch Wasseraufnahme und Eisenabspaltung aus dem Hämatin entstanden, isomer mit Bilirubin), häufig auch Uroerythrin.

<sup>1</sup> Arch. f. Hyg. 1886, 355. — <sup>2</sup> Über die Spaltpilze der Fäces; siehe Th. Escherich, D. Darmbakterien etc., Stuttgart, Ferd. Enke, 1886. B. Bienstock, Ztschr. f. klin. Med. 8, 1. — <sup>3</sup> Proceed of the Roy. Soc. 1894. 55, 394; Journ. of Physiol. 1895. 17, 441; Journ. of Pathol. and Bakteriologie. 1896. 3, 103.

In gestandenem, dem Licht ausgesetztem Harn findet sich regelmäßig Urobilin, ein gelber Farbstoff, der unter dem Einflusse von Luft und Licht aus einem Chromogen, dem Urobilinogen hervorgeht (Saillet<sup>1</sup>).

Endlich finden sich im Harne auch verschiedene Substanzen (Indoxyl-, Skatoxyl-Schwefelsäure..), welche bei der Einwirkung von chemischen Reagentien farbige Zersetzungsprodukte liefern.

Über die Mengen der Hauptbestandteile, welche im Laufe von 24 Stunden in einer durchschnittlichen Harnmenge von 1.5 Liter abgesondert werden, mag folgende Tabelle ein annäherndes Bild geben.

| Organische Stoffe. |            | Anorganische Stoffe.                           |                          |
|--------------------|------------|------------------------------------------------|--------------------------|
| Harnstoff . . .    | 21.5—34 g  | Chlor (Cl) . . .                               | 9.0 g                    |
| Harnsäure . . .    | 0.2—1.25 g | entsprechend 15 g Kochsalz                     |                          |
| Kreatinin . . .    | 0.6—1.3 g  | Schwefelsäure (SO <sub>3</sub> ) .             | 1.5 — 3.0 g <sup>2</sup> |
| Hippursäure i. M.  | 0.7 g      | Phosphorsäure (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 1—8 g                    |
| Xanthinstoffe . .  | 15.6—45 mg | Kali (K <sub>2</sub> O) . . .                  | 2.3 — 3.9 g              |
|                    |            | Natron (Na <sub>2</sub> O) . .                 | 4.2 — 7.4 g              |
|                    |            | Kalk (CaO) . . .                               | 0.12—0.25 g              |
|                    |            | Magnesia (MgO) . .                             | 0.18—0.28 g              |
|                    |            | Eisen (Fe) . . .                               | 3.0 — 11 mg              |

Der Harn kann noch zahlreiche zufällige Bestandteile enthalten, wenn ihm gewisse Stoffe durch Arzneien oder durch Nahrung zugeführt sind. Verschiedene Salze, Alkaloide, organische Farbstoffe, Öle, organische Säuren gehen unverändert in den Harn über. Die Salze der organischen Säuren mit Alkalien dagegen werden zersetzt und gehen als kohlensaure Alkalien in den Harn, der dann alkalisch wird.

Der Harn von Kranken zeigt manchmal abnormale Beschaffenheit. Oft wird er neutral oder alkalisch und trübt sich dann durch Ausscheidung von phosphorsaurem Kalk, phosphorsaurer Ammonmagnesia, oxalsaurem Kalk. Oft wird er sehr konzentriert und scheidet rötlich gefärbte harnsaure Salze ab (Fieberharn). Bei gewissen Krankheiten enthält er Albumin, Zucker, Gallenbestandteile. Manchmal bilden sich schon in den Harnwegen Konkretionen (Harnsteine), die meistens aus Harnsäure und harnsaurem Ammon, oft auch aus phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Ammonmagnesia oder aus oxalsaurem Kalk, sehr selten aus Cystin und Xanthin bestehen.

Bleibt Harn längere Zeit, besonders bei erhöhter Temperatur, stehen, so tritt Fäulnis, die sog. alkalische Gärung, ein. Der Harnstoff geht in kohlensaures Ammon über, infolgedessen die saure Reaktion des Harns in die alkalische übergeht.

3. Der **Atmungsprozess**. Wie bereits bei der Besprechung des Blutkreislaufes erwähnt wurde, wird das auf seinem Wege durch den großen Kreislauf veränderte, dunkelrote, kohlensäurereiche Blut aus der

<sup>1</sup> Rev. de médecine, 1897. 17, 114. — <sup>2</sup> Ein Teil der Schwefelsäure ist in Form von aromatischen Ätherschwefelsäuren an Indol, Phenol, Skatol etc. gebunden.

rechten Herzkammer durch die Lungenarterie in die Lungen getrieben. In diesen wird das Blut durch den Zutritt der Luft erneuert, gibt Kohlensäure ab, nimmt wieder Sauerstoff auf und kehrt neu belebt als arterielles Blut zur linken Herzkammer zurück.

Die Lunge ist ein lufthaltiges, aus vielen kleinen Röhrrchen und Bläschen bestehendes Organ, in welches durch die Luftröhre abwechselnd Luft aus- und einströmt. Die Luftröhre beginnt mit dem Kehlkopf; der oberste Teil derselben ist äußerlich sichtbar (der sog. Adamsapfel). Im Innern des Kehlkopfes sind von vorne nach hinten, dicht nebeneinander zwei elastische, plattenartige Bänder ausgespannt, die sog. Stimmblätter, durch deren Schwingung beim verstärkten Aus- und Einatmen die Stimme erzeugt wird. An den Kehlkopf schließt sich die Luftröhre, die vor der Speiseröhre liegt und, aus übereinander liegenden geschlossenen Knorpelringen bestehend, an der Vorderseite des Halses hinabsteigt und sich dann in zwei, ebenso wie die Luftröhre gebaute Äste (Bronchien) teilt, welche, nach rechts und links auseinandergehend, in die rechte und linke Lunge münden. Die rechte Lunge besteht aus drei, die linke aus zwei oben zusammenhängenden Lappen. In jeden Lappen nun gehen Äste der Luftröhren, sich, wie die Zweige eines Baumes immer mehr, bis in die kleinsten Röhrrchen verzweigend. Die mikroskopisch kleinen Röhrrchen schließen mit je einem kleinen ausgebuchteten Bläschen (Alveole) ab, das aus einem zarten Häutchen besteht, durch welches die Luft leicht diffundiert. Außer den Luftröhrrchen tritt in jede Lunge eine Lungenarterie, sich ebenso wie jene in immer zartere Zweige teilend, die sich schließlich auf der inneren Fläche der Luftbläschen ausbreiten. Aus diesem zarten Netzwerk sammeln sich dann wieder Ästchen, die, immer größer werdend, schließlich als zwei große Äste die Lungen wieder verlassen, die sog. Lungenvenen, welche das regenerierte Blut wieder in den linken Vorhof des Herzens führen. Es befinden sich somit die zarten Blutkapillaren und die feinen Luftröhrrchen in möglichst naher Berührung, sodaß ein leichter Austausch der Gase ermöglicht ist. Weil die Kohlensäure des venösen Blutes unter einem größeren Drucke steht, als die in der Luft der Lungenröhrrchen, so tritt sie leicht in die Lunge über, wogegen das seines Sauerstoffs beraubte Hämoglobin mit Begierde seinen Sauerstoffgehalt aus der Luft der Lungenröhrrchen wieder ersetzt.

Diesen Vorgang nennt man den Atmungsprozeß. Die Zusammensetzung der eingeatmeten und der ausgeatmeten Luft beträgt im Mittel:

|                     | Einatmungsluft | Ausatmungsluft |
|---------------------|----------------|----------------|
| Stickstoff . . . .  | 79.2           | 79.3           |
| Sauerstoff . . . .  | 20.8           | 15.4           |
| Kohlensäure . . . . | 0.03           | 4.3            |

Außer diesen Gasen enthält die ausgeatmete Luft noch beträchtliche Mengen Wasserdampf; bei ruhigem Atmen ist sie mit Wasserdampf ge-

sättigt; auch geringe Mengen Ammoniakgas sind in der ausgeatmeten Luft nachgewiesen; zuweilen enthält dieselbe noch flüchtige Substanzen aus der eingenommenen Nahrung (Alkoholämpfe).

4. Auch durch die Haut findet ein Gaswechsel statt, den man als **Hautatmung** (Perspiration) bezeichnet. Bei dieser findet ebenso wie bei der Lungenatmung eine Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe statt; der Gasaustausch ist jedoch verschwindend klein gegen den der Lungen. Während die Kohlensäuremenge, welche vom Menschen innerhalb 24 Stunden durch die Lunge ausgeschieden wird, 800—1200 g beträgt, wird durch die menschliche Haut in der gleichen Zeit bei einer Temperatur von 29—33° C. nur 8.4 g Kohlensäure ausgeschieden (N. P. Schierbeck<sup>1</sup>). Mit zunehmender Temperatur steigt die Menge der durch die Haut ausgeschiedenen Kohlensäure (H. Aubert<sup>2</sup>, A. Röhrig<sup>3</sup>, S. Fubini und J. Ronchi<sup>4</sup>). Dagegen ist die durch die Haut abgegebene Wassermenge, besonders bei Schweißsekretion, eine sehr hohe. Im Schweiß treten auch geringe Mengen von flüchtigen Säuren auf, welche demselben einen ganz spezifischen Geruch verleihen. Die Hautatmung kann durch Arbeit und Bewegung auf das 2—3fache gesteigert werden.

## VII. Tierische Wärme.

Bei den Oxydations- und Spaltungsprozessen, durch welche die Zersetzung der Nahrungsstoffe im Körper zustande kommt, wird lebendige Kraft frei, welche sich als Wärme äußert. Die inneren Teile des Körpers besitzen eine fast konstante, nur innerhalb enger Grenzen schwankende Temperatur; die normale Körpertemperatur des Menschen beträgt, in den Achselhöhlen gemessen 37—37.5° C., die Temperatur des Herzblutes beträgt 39° C.

Als Quellen der tierischen Wärme sind anzusehen: 1. vor allem die tierischen Verbrennungsprozesse, denen die Nahrungsstoffe im Körper während des Stoffwechsels anheim fallen; 2. die Verrichtung mechanischer Arbeit des Körpers durch Reibung (Reibung des zirkulierenden Blutes an den Herz- und Gefäßwandungen, der Knochen in den Gelenken, der Haut an den Kleidern etc.); 3. scheint es zweifellos, daß eine notwendige Bedingung zur Entbindung tierischer Wärme der Einfluß ist, den das Nervensystem auf den Körper ausübt.

Die im Körper erzeugte Wärme ist vor allem die Quelle, welche alle Bewegungsvorgänge unterhält, also die nach außen sichtbaren Bewegungen (Arbeit, Gehen, Laufen etc.), dann die sog. automatischen Bewegungen der Atmung und des Herzmuskels. Weiter dient die Wärmeerzeugung

<sup>1</sup> Du Bois, Arch. 1893, 116. — <sup>2</sup> Pflügers Arch. 1872, 6, 539. —

<sup>3</sup> Deutsche Klinik 1872, 209. — <sup>4</sup> Moleschotts Untersuchungen z. Naturlehre 1878, 12, 100.