

	Seite
...	360
...	360
...	363
Kaffee-	365
...	368
...	369
...	370
...	372
Thees	373
...	374
...	377
Kakao-	378

Ernährung.

...	382	Litteratur: von Voit, Physiologie des allgemeinen Stoffwechsels. Leipzig, 1881. — Forster, Ernährung und Nahrungsmittel. Leipzig, 1882 (v. Pettenkofer und v. Ziemsen, Handb. d. Hygiene I, 1.) — R. Neumeister, Lehrb. d. physiol. Chemie. Jena, 1893. — J. Munck u. J. Uffelmann, Ernährung des gesunden und kranken Menschen. Wien u. Leipzig 1887. — J. König, Chem. d. menschl. Nahr. u. Genussmittel. Berlin 1893.
...	383	
...	387	
...	388	
...	395	
...	398	
...	399	
...	417	

Die Vorgänge im menschlichen und tierischen Organismus, deren Gesamtheit das Leben ausmacht, bestehen in Zersetzung complicierter Stoffe und Verwandlung derselben in einfachere Verbindungen. Durch Oxydation der Bestandteile des Organismus werden Kräfte frei, Spannkkräfte werden in lebendige Kraft (Arbeit) umgesetzt. Jede Leistung des Körpers ist mit einem Verlust von oxydierbarem Körpermaterial verbunden; die einzelnen Bestandteile des tierischen Organismus haben kein konstantes Dasein, sie sind unaufhörlich gewissen Einflüssen unterworfen, die darauf hinausgehen, die organische Materie zu zersetzen und die Produkte dieses Zerfalles aus dem Körper auszuschleiden. Soll der Körper diesem steten Zerfall seiner Substanz nicht erliegen, so ist es nötig, dass ihm immer wieder neue Stoffe von Aussen her zugeführt werden. Dieser fortwährende Wechsel von Ausscheidung und Aufnahme wird als „Stoffwechsel“ bezeichnet.

Diejenigen Stoffe nun, welche dem Zwecke der Erhaltung der Materie dienen können, welche einen für die Zusammensetzung des Körpers notwendigen Stoff zum An-

satz bringen oder dessen Abgabe verhüten und vermindern, nennt man „Nahrungsstoffe“, „Nährstoffe“ (Voit).

Da der Organismus vorzugsweise aus Wasser, N-haltigen eiweissartigen Stoffen, N-freien Stoffen und mineralischen Salzen aufgebaut ist, so ist jeder Stoff ein Nährstoff zu nennen, der imstande ist, einen Verlust des Körpers an Wasser, Eiweiss, Fett oder Mineralbestandteilen zu vermindern oder zu verhüten. Als Nährstoffe sind also zu betrachten alle die verschiedenen im Pflanzen- wie im Tierkörper vorhandenen Eiweissstoffe, die Fette, die N-freien Extractivstoffe oder Kohlehydrate, Wasser und mineralische Salze.

Die natürlichen Mischungen dieser einzelnen Nährstoffe (Fleisch, Eier . . .) nennt man „Nahrungsmittel“. Ein einzelnes Nahrungsmittel für sich allein, ohne gleichzeitige Zugabe anderer Nahrungsmittel ist jedoch nicht als Nahrung zu bezeichnen. Zwar wäre eine Erhaltung auf kurze Zeit mit einem einzelnen Nahrungsmittel möglich, allein eine solche Ernährung wäre sehr unpraktisch deshalb, weil diese Substanzen die Nährstoffe nicht im richtigen Verhältnis, von dem einen oder anderen Nährstoff entweder zu viel oder zu wenig enthalten würden. Aber auch eine Kost, welche alle Nahrungsstoffe (Eiweiss, Fett, Kohlehydrate, Salze, Wasser) in richtiger Mischung besitzt und daher für den stofflichen Ersatz der verbrauchten Materie genügen würde, können wir nicht als Nahrung bezeichnen; denn wir würden eine derartige Kost zwar eine Zeitlang geniessen, bald aber Widerwillen gegen dieselbe empfinden und sie nicht mehr nehmen. Die Kost muss Abwechslung bieten und neben den Nahrungsstoffen noch Substanzen enthalten, welche uns dieselbe wohlschmeckend machen, welche den Appetit anregen; es sind dies die Genussmittel, Stoffe, welche als Nährstoffe keine Bedeutung haben, aber eine angenehme Empfindung verursachen und auf die Thätigkeit der Nerven einen wohlthuenden Reiz ausüben, daher für die richtige Ernährung von grosser Bedeutung sind.

Eine „Nahrung“ ist demnach ein Gemisch von Nahrungsstoffen und Nahrungsmitteln mit den nöthigen Genussmitteln, welches den Organismus

auf se
gewün

W
Eiweiss
mineral
erleidet
schränk
stoffe a
spreche
oder n
eignet
mus di
verwan
wendet
Umwan
stungsf

Di
organ

Di
a)

Di

Eiweiss
N-

hydrat
Al

Wasse

Chloral
Alkali

säure-

Di

haft de
Körper
Eiweiss

1)
2)

auf seiner Zusammensetzung erhält oder auf eine gewünschte Zusammensetzung bringt.

Wenn vorher gesagt wurde, dass alle die verschiedenen Eiweisskörper, Fette, Kohlehydrate, ferner Wasser und mineralische Salze als Nährstoffe zu betrachten seien, so erleidet doch ihre Zahl in hygienischer Beziehung noch Beschränkungen, indem wir nur die Verbindungen als Nährstoffe ansehen können, welche gewissen Bedingungen entsprechen, nämlich¹⁾ 1. zur Aufnahme in das Blut direkt oder nach Vorbereitung durch die Verdauungsorgane geeignet (verdaulich) sind, 2. einen Bestandteil des Organismus direkt ersetzen oder im Körper in einen solchen sich verwandeln, oder als Ingredienz zum Aufbau desselben verwendet werden können, 3. weder selbst noch durch ihre Umwandlungsproducte Wirkungen äussern, welche die Leistungsfähigkeit irgend eines Organs beeinträchtigen (Gifte).

Die Nahrungsstoffe.

Die Nahrungsstoffe zerfallen in organische und anorganische.

Die **organischen** Nahrungsstoffe können sein
a) N-haltige, b) N-freie.

Die N-haltigen sind die Proteinstoffe (die echten Eiweissstoffe, die Proteide und Albuminoide).

N-freie Nahrungsstoffe sind die Fette und die Kohlehydrate.

Anorganische Nahrungsstoffe sind vor allem das Wasser und gewisse mineralische Salze, besonders die Chloralkalien, die Phosphate, weniger die Karbonate der Alkalien und alkalischen Erden, Eisenverbindungen, Kieselsäure- und Fluor-Verbindungen.

Die **Proteinstoffe** (Eiweissstoffe)²⁾ bilden unzweifelhaft den Hauptbestandteil des tierischen und pflanzlichen Körpers; unter ihnen nehmen wieder die eigentlichen, echten Eiweissstoffe den ersten Rang ein. Alle enthalten C, H, O,

¹⁾ Nach Hermann, Hdb. d. Physiologie.

²⁾ Siehe auch: R. Neumeister, Lehrb. d. physiol. Chem.

N, S; die prozentische Menge dieser einzelnen Bestandteile schwankt innerhalb geringer Grenzen, 52.7—54.5% C, 6.9—7.3% H, 10.9—23.5% O, 15.4—16.5% N, 0.8—1.6% S. Der N wie auch der S des Eiweissmoleküls sind teils fest, teils locker gebunden. Daher wird ein kleiner Teil des N beim Erhitzen mit verdünnter Kalilauge als Ammoniak abgespalten; ebenso wird beim Erwärmen der Eiweisskörper mit Kalilauge Schwefelalkali gebildet, das auf Zusatz von Bleiacetat schwarzes Schwefelblei bildet, wogegen der Rest des S erst nach völliger Zerstörung des Eiweisses durch Schmelzen mit Kali und Salpeter als Schwefelsäure nachweisbar ist. Die Proteinstoffe kommen entweder gelöst oder ungelöst vor. Die wässrigen Lösungen derselben drehen die Ebene des polarisierten Lichtes nach links; die verschiedenen Eiweissstoffe besitzen aber verschiedene spezifische Drehungsexponenten. Die Eiweissstoffe sind nicht diffusibel. Sie lassen sich aus neutralen wie aus sauren Lösungen durch Sättigen der Lösung mit Ammonsulfat vollkommen aussalzen (den Peptonen kommt diese Eigenschaft nicht zu).

Die echten Eiweisskörper sind in Alkohol unlöslich, werden daher durch Alkohol aus ihren wässrigen Lösungen gefällt. Bei kurzer Einwirkung verdünnten Alkohols zeigen die gefällten Eiweisskörper keine Veränderung und sind nach Entfernung des Alkohols in reinem oder salzhaltigem Wasser wieder auflöslich. Bei längerer Einwirkung starken Alkohols jedoch gehen die Eiweissstoffe in den sog. koagulierten Zustand über und sind nunmehr gegen neutrale Lösungsmittel indifferent. Auch beim Erhitzen ihrer wässriger Lösungen scheiden sich die Eiweissstoffe als unlösliche Koagula aus, und zwar vollkommen aus neutralen oder schwach sauren, unvollständig aus alkalischen Lösungen. Ein Gehalt an freiem Alkali, auch die Anwesenheit von viel organischer Säure verhindert die Koagulation vollständig. Die Koagulationstemperaturen der verschiedenen Eiweisskörper sind nicht gleich, zudem auch von der Konzentration der Lösungen wie von der Art und Menge anwesender Salze abhängig. Das koagulierte Eiweiss ist, abgesehen von der Verdauung,

nur löslich in sauren, alkalischen, Acidsäuren, diese Eigenschaften Neun, legt; keiten Säuren Z Einwi halten zerfall stehen wasser Tyrosin Einwi Zerset stoffe Oxalsäure Indol ausser werden wasser reichlich schmelzen Nene den M gehen perma E Salzsäure 1 2 thetisch Amidol Protein 3 4

Bestandteile
 —54.5% C,
 N, 0.8—
 Moleküls sind
 ein kleiner
 Mollauge als
 wärmen der
 bildet, das
 blei bildet,
 Störung des
 als Schwefel-
 uren entweder
 uren nach
 chtes der
 aber ver-
 Eiweissstoffe
 tralen wie
 g mit Am-
 mmt diese

nur löslich in verdünnten Laugen und verdünnten Mineral-
 säuren oder in konz. organischen Säuren; es entstehen dabei
 alkalische oder saure Eiweisslösungen (Alkalbuminat oder
 Acidalbumin [Syntonin]. Die Eiweisskörper haben durch
 diese Behandlung eine wesentliche Veränderung erfahren, welche
 Neumeister mit der Bezeichnung „Denaturirung“ be-
 legt; Albuminat und Syntonin sind in neutralen Flüssig-
 keiten fast unlöslich, fallen daher beim Neutralisiren durch
 Säuren bezw. Laugen aus.

Zersetzungsprodukte der Eiweisskörper: Durch
 Einwirkung hochgespannter Wasserdämpfe, ferner bei an-
 haltendem Kochen mit verdünnter Säure oder Alkalien
 zerfallen die Eiweisskörper unter Wasseraufnahme; es ent-
 stehen unter Entwicklung von Ammoniak und Schwefel-
 wasserstoff eine Reihe von Amidosäuren, hauptsächlich
 Tyrosin, Leucin und Asparaginsäure. Bei andauernder
 Einwirkung von Alkalien wie Mineralsäuren, tritt eine weitere
 Zersetzung der Amidosäuren ein. Beim Kochen der Eiweiss-
 stoffe mit Alkali tritt neben Ammoniak auch Kohlensäure,
 Oxalsäure und Essigsäure auf und es entweichen Phenol,
 Indol und Skatol (Drechsel).¹⁾ Dieselben Verbindungen,
 ausserdem noch Tyroleucin, Leuceine, Glykoproteine etc.
 werden auch gebildet, wenn die Eiweissstoffe mit Baryt-
 wasser erhitzt werden (Schützenberger).²⁾ Eine sehr
 reichliche Zersetzung tritt ein, wenn die Eiweissstoffe in
 schmelzendes Kalihydrat eingetragen werden (Kühne und
 Nencki).³⁾ Bei Behandlung der Eiweissstoffe mit kochen-
 den Mineralsäuren ist die Zersetzung eine nicht so weit-
 gehende. Bei der Oxydation von Eiweissstoffen mit Kalium-
 permanganat entsteht Oxyprotosulfonsäure (R. Maly⁴⁾.

Fällung der Eiweissstoffe: Mässig konzentrierte
 Salzsäure, Schwefelsäure und Salpetersäure fällen die na-

¹⁾ Ladenburg's Handwörterbuch d. Chem. III, 548.

²⁾ Ann. de chim. et de phys. (5) 16, 289. Sch. hat auf syn-
 thetischem Wege durch Wasserentziehung aus relativ einfachen
 Amidokörpern kompliziertere Substanzen mit den Eigenschaften der
 Proteinstoffe erhalten. C. r. 112, 198—201; Berl. Ber. 1891 Ref. 216.

³⁾ Berl. Ber. 1875, 206, 336.

⁴⁾ Monatsh. f. Chem. VI, 107; IX, 255.

unlöslich,
 a Lösungen
 hols zeigen
 und sind
 alzhaltigem
 erkung star-
 n den sog.
 ehr gegen
 Erhitzen
 Eiweissstoffe
 mmen aus
 aus alkali-
 kali, auch
 verhindert
 nstempere-
 cht gleich,
 uren wie
 ngig. Das
 Verdauung,

tiven Eiweisskörper durch Koagulation aus. Die Koagula mit Salz- und Schwefelsäure sind im Überschuss des Fällungsmittels unter Bildung von Syntonin (Acidalbumin) völlig löslich, während die Fällung mittels Salpetersäure selbst beim Erwärmen und bei grossem Säureüberschuss unlöslich ist.

Weiter werden die Eiweissstoffe auch durch die meisten Schwermetallsalze (besonders Kupfersulfat, Eisenchlorid, neutrales und basisches Bleiacetat, Platinchlorid, angesäuertes Quecksilberchlorid) gefällt, indem dieselben, nachdem sie den Charakter schwacher organischer Säuren besitzen, mit den Metalloxyden unter Verdrängung der betreffenden Säure, in Wasser unlösliche, salzartige Verbindungen (Metallalbuminate) eingehen. Endlich werden die Eiweissstoffe auch noch durch die sog. Alkaloidreagentien (Gerbsäure, Pikrinsäure etc.) gefällt; in diesen Verbindungen spielt das Eiweiss die Rolle einer Base. Die Fällungen mit Phosphorwolfram- und Phosphormolybdänsäure, sowie durch Jodquecksilber-Jodkali sind vollständige, die übrigen nicht.

Die sog. Farbenreaktionen der Eiweissstoffe sind nicht ausschliesslich für Eiweisskörper charakteristisch.

Die Millon'sche Probe (Erwärmen mit einer Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd, welche ein wenig salpetrige Säure enthält; — violettrote Färbung) tritt beim Tyrosin viel intensiver auf als bei den Eiweissstoffen. (Liebig's Ann. d. Chem. u. Pharm. 72, 349.)

Die Xanthoproteinprobe (Gelbfärbung beim Erhitzen mit konzentrierter Salpetersäure; tieforange gelbe Färbung beim Übersättigen der salpetersauren Lösung mit Ammoniak) tritt auch bei einigen anderen Substanzen auf. (Mulder, Berzel. Jahresb. 19, 651.)

Die Biuretprobe (Violettfärbung der mit Alkali und dann 2% Kupfersulfatlösung versetzten Eiweisslösung) kommt dem Harnstoffderivat (Biuret) und den Albumosen und Peptonen ebenfalls zu, doch geben letztere eine purpur bis reinrote Flüssigkeit, während die übrigen Proteinkörper einen blauvioletten Farbenton erscheinen lassen.¹⁾

¹⁾ Vergl. R. Neumeister, Ztschr. f. Biol. 1890. 26, 326.

Die
lichst tr
Volums
Udrans
beim Kö
säure ei
nach U
geben E
lischer L
(1:1) o
Ferrisulf
Färbung
Uel
kowsky
R.
körper f
I.
2
3
Die
Verschie
fischen
gegen g
II.
stoffes (
III
Acidalbum
aschefre:
Die
— löslic
nicht au
1) H
2) Z
3) C
4) M
5) I

Die Reaktion von Adamkiewicz¹⁾ (Lösen von möglichst trockenem Eiweiss in Eisessig, Zufügen des halben Volums konz. Schwefelsäure — Violettfärbung) wird von Udransky²⁾ auf Furfurolbildung zurückgeführt. Auch der beim Kochen von Eiweissstoffen mit möglichst konz. Salzsäure eintretende violette Farbenton (Liebermann³⁾) rührt nach Udransky von Furfurolbildung her. Nach Reichl⁴⁾ geben Eiweissstoffe mit 2—3 Tropfen verdünnter alkoholischer Lösung von Benzaldehyd, ziemlich viel Schwefelsäure (1:1) oder konzentrierter Salzsäure und einem Tropfen Ferrisulfat oder Eisenchloridlösung eine dunkelblaue Färbung.

Ueber Farbenreaktionen des Eiweiss vergl. E. Salzkowsky, Ztschr. f. physiol. Chem. 1888. XII, 211.

R. Neumeister⁵⁾ gruppiert die eigentlichen Eiweisskörper folgendermassen:

I. Native oder genuine Eiweisskörper.

1. Albumine: Serumalbumin, Eialbumin, Laktalbumin, Muskelalbumin, Pflanzenalbumin.
2. Globuline: Fibrinogen (Metaglobulin), Serumglobulin (Paraglobulin), pflanzliche Globuline.
3. Vitelline: tierisches Vitellin, Phytovitellin.

Die Glieder der einzelnen Gruppen werden durch die Verschiedenheit ihrer Koagulationstemperaturen, ihre spezifischen Drehungsexponenten, sowie durch das Verhalten gegen gewisse Reagentien von einander unterschieden.

II. Durch fermentative Spaltung eines nativen Eiweissstoffes (des Mataglobulins) entstehend: Fibrin.

III. Künstlich veränderte Eiweisskörper: Albuminat, Acidalbumin (Syntonin), koaguliertes Eiweiss, Harnack's aschefreies Albumin.

Die Albumine sind in Wasser — auch in salzfreiem — löslich, werden durch Kochsalz oder Magnesiumsulfat nicht ausgesalzt.

¹⁾ Berl. Ber. VIII, 161; Pflüger's Arch., 1874, 157.

²⁾ Ztschr. f. physiolog. Chem. 1888, 395.

³⁾ Chem. Ctrbltt. 1887, 600.

⁴⁾ Monatsh. f. Chem. 1889. X, 317.

⁵⁾ Lehrb. d. physiol. Chem. I, 33.

Die Globuline sind in reinem Wasser unlöslich, lösen sich aber bei Gegenwart von Neutralsalzen; sie werden durch Kochsalz unvollständig, durch Magnesiumsulfat vollständig aus neutralen Flüssigkeiten ausgesalzen.

Die Vitelline sind durch Kochsalz nicht fällbar.

Das Fibrin dagegen ist in Wasser und kochsalzhaltigen Flüssigkeiten unlöslich.

Die übrigen Proteinsubstanzen teilt Neumeister wieder ein in a) Proteide (Verbindungen der Eiweisskörper mit anderen, meist kompliziert zusammengesetzten Stoffen) und b) Albuminoide (eiweissähnliche Substanzen).

Zu den Proteiden gehören:

1. Die Nucleoalbumine, Verbindungen der Eiweissstoffe mit Nucleinen: Casein.
2. Die Glykoproteide, Verbindungen der Eiweissstoffe mit Substanzen der Kohlehydratgruppe: Mucine, Mucoide, Hyalogene.
3. Die Hämoglobine, Verbindungen der Eiweissstoffe mit eisenhaltigen Farbstoffen: Hämoglobin, Oxyhämoglobin, Methämoglobin, Kohlenoxydhämoglobin.
4. Nucleine, Verbindungen von Eiweiss mit Phosphorsäure oder einer Nucleinsäure.

Die Proteide werden gleich den eigentlichen Eiweisskörpern durch Alkohol gefällt; sie werden auch mit Ausnahme des Pseudomucins bei längerer Einwirkung des Alkohols koaguliert.

a) Die Nucleoalbumine finden sich neben den echten Eiweissstoffen im Protoplasma und in den Kernen aller tierischen und pflanzlichen Zellen. Sie haben den Charakter von Säuren; in reinem, salzhaltigem oder angesäuertem Wasser sind sie unlöslich, werden aber in sehr verdünnter Kalilauge oder Kalkwasser unter Bildung von Salzen gelöst.

Die Nucleoalbumine sind, wie die echten Eiweissstoffe, in starker Essigsäure löslich; überschüssige Salzsäure löst sie schon in der Kälte unter Denaturierung, wobei dieselben in Acidalbumin, bezw. Albuminat und in Nuclein gespalten

werden;
vorgerufe

Die
lungs- u
Durch K
sulfat vo

Das
Hauptbes

b)

dem Exl

der Schle

reinem W

sehr ger

die eine

nicht ge

bei Abw

durch we

wenig od

löst die

Das Mu

Fällungs

Salpeters

geschlage

reaktione

mit verd

dieselben

Charakte

bewirken

c) I

Pseudom

sich stet

kung ver

Wasserda

Das

tigem) I

(Untersch

Fällung

Alkohol

bleibt lei

werden; dieselbe Spaltung wird durch den Magensaft hervorgerufen.

Die Nucleoalbumine geben im übrigen sämtliche Fällungs- und Farbenreaktionen der einfachen Eiweissstoffe. Durch Kochsalz werden sie unvollkommen, durch Magnesiumsulfat vollkommen ausgesalzen.

Das bestbekannte Nucleoalbumin ist das Casein, ein Hauptbestandteil der Kuhmilch. Siehe unter Milch!

b) Die Mucine finden sich in grösserer Menge in dem Exkret der Speicheldrüsen und der kleinen Drüsen der Schleimhäute. Sie besitzen sauren Charakter und sind in reinem Wasser unlöslich, lösen sich aber bei Gegenwart von sehr geringen Mengen Alkali zu neutralen Flüssigkeiten, die eine schleimige Beschaffenheit besitzen und beim Sieden nicht gerinnen. Mucinlösungen werden durch Essigsäure bei Abwesenheit von Salzen vollkommen gefällt, ebenso durch wenig Mineralsäure; bei Anwesenheit von Salzen tritt wenig oder gar keine Fällung ein; überschüssige Essigsäure löst die Fällung nicht auf (Eiweissstoffe werden gelöst). Das Mucin wird aus seinen Lösungen durch sämtliche Fällungsmittel der Eiweissstoffe, ausser durch überschüssige Salpetersäure und Essigsäure und Ferrocyankalium niedergeschlagen; die Mucinlösungen zeigen sämtliche Farbenreaktionen der Eiweissstoffe. Kocht man Mucinlösungen mit verdünnten Mineralsäuren oder Alkalien, so werden dieselben in Syntonin und Körper gespalten, welche den Charakter von Kohlehydraten aufweisen; dieselbe Zersetzung bewirken gespannte Wasserdämpfe.

c) Die Mucoïde oder Mucinoïde, von denen das Pseudomucin oder Metalbumin am bekanntesten ist, welches sich stets in Ovariencysten findet, erleiden durch Einwirkung verdünnter siedender Mineralsäuren oder gespannter Wasserdämpfe die gleiche Zersetzung wie die Mucine.

Das Pseudomucin ist in Wasser (reinem wie salzhaltigem) löslich; es wird durch Essigsäure nicht gefällt (Unterschied von Mucin); die durch Alkohol bewirkte Fällung geht selbst bei langem Stehen unter absolutem Alkohol nicht in den koagulierten Zustand über, sondern bleibt leicht und vollkommen in Wasser löslich.

d) Die Hyalogene sind als Stütz- und Gerüstsubstanzen, besonders bei den niederen Tieren, sehr verbreitet; sie finden sich auch in dem Glaskörper der Rinds- und Schweinsaugen. Sie sind meist in Wasser unlöslich und zerfallen bei Einwirkung von verdünnter Kalilauge oder gesättigtem Barytwasser schon in der Kälte einerseits in sog. Hyaline, andererseits in eiweissartige, schwefelhaltige, wenig untersuchte Körper. Sie zeigen die Farbenreaktionen der Eiweissstoffe.¹⁾

e) Die Nucleïne²⁾ sind phosphorsäurehaltige Eiweisskörper; die Phosphorsäure braucht aber nicht lediglich an Eiweiss gebunden sein, sondern sie ist vielfach zugleich mit einer Reihe von Basen verkettet. Weil diese Basen in ihren quantitativen Verhältnissen wechseln, giebt es eine Reihe von substituierten Phosphorsäuren, die man als „Nucleïnsäuren“ bezeichnet; die in den Nucleïnsäuren enthaltenen Basen sind das Adenin, Hypoxanthin, Guanin und Xanthin; sie werden Xanthin- oder Nucleïnbasen genannt.

Die nativen Nucleïne sind unlöslich in Wasser und Alkohol; in Laugen sind sie löslich. In verdünnten Säuren, auch in künstlichem Magensaft sind sie unlöslich. Die Nucleïne geben sämtliche Farbenreaktionen der Eiweissstoffe.

Die Nucleïnsäuren kommen auch als solche, ohne mit Einweiss zu Nucleïnen verbunden zu sein, vor. Die Nucleïnbasen kommen in freiem Zustande, wie auch als Bestandteile der Nucleïne und der Nucleïnsäuren im tierischen und pflanzlichen Gewebe vor und sind gut krystallisierbare Substanzen, welche zum Teil der Harnsäure sehr nahe verwandt sind.

Die Albuminoïde sind specielle Bildungen des Tierkörpers und kommen dort nur in ungelöstem Zustande vor; sie bilden die organische Grundlage der Stütz- und Deckgebilde. Im normalen Organismus der höheren Tiere

¹⁾ Näheres: Krukenberg, Ueber die Hyaline. Würzburg 1883; siehe auch R. Neumeister, Lehrb. d. phys. Chemie, 37.

²⁾ Siehe Kossel, Untersuchungen über Nucleïne. Strassburg, 1881; ferner Ztschr. f. physiol. Chem. 1879. III, 284; 1880. IV, 290; 1881. V, 152 u. 267; 1882. VI, 422 u. VII, 7.

kommen r
stin und

Ker
sog. Horn
bleibt nac
Äther, S
teils fest,

Das
den elasti
locker ge

Das I
gewebes,
werden E
geht das
Leim, in
wird Glu
gesamte S

Aus
mässigte
zeugen,
Proteïnsu
der Xant
mosen u
Verdaun
verdaun

Kohl
Teil der
Hauptmat
stickstoff
6 Atomen
sie in d
diese Sto

¹⁾ Z
²⁾ Si
1888. S
Leipzig, 18

kommen nur drei Albuminoide vor, das Keratin, das Elastin und das Kollagen.

Keratin, Hornstoff, ist der Hauptbestandteil der sog. Horngebilde (Epidermis, Nägel, Haare etc.); er hinterbleibt nach der Extraktion dieser Substanzen mit Alkohol, Äther, Säuren und Wasser. Derselbe enthält bis 5% S, teils fest, teils locker gebunden, wie beim Eiweiss.

Das Elastin bildet die das Bindegewebe durchsetzenden elastischen Fasern; dasselbe enthält nur wenig (0,3%) locker gebundenen Schwefel.

Das Kollagen bildet die leimgebende Substanz des Bindegewebes, es ist das Anhydrid des Glutins (Hofmeister)¹⁾; werden Bindegewebe oder entkalkte Knochen gekocht, so geht das Kollagen unter Wasseraufnahme, als Glutin oder Leim, in Lösung. Durch Trocknen und Erhitzen auf 130° wird Glutin wieder in Kollagen zurückverwandelt. Der gesamte Schwefel des Kollagens (0,6%) ist fest gebunden.

Aus sämtlichen Proteinstoffen lassen sich durch gemässigte hydrolytische Einwirkung Spaltungsprodukte erzeugen, welche noch die allgemeinen Charaktere der Proteinsubstanzen zeigen (Unlöslichkeit in Alkohol, Eintritt der Xanthoprotein- und Biuretreaktion) — die sog. Albumosen und Peptone, welche auch durch die natürliche Verdauung entstehen (Kühne nennt die Peptone der Magenverdauung Amphopeptone).

Kohlehydrate.²⁾ Die Kohlehydrate machen den grössten Teil der pflanzlichen Nahrungsmittel aus; sie bilden das Hauptmaterial zum Aufbau des Pflanzenkörpers. Es sind stickstofffreie Verbindungen mit 6 oder einem Vielfachen von 6 Atomen Kohlenstoff; Wasserstoff und Sauerstoff enthalten sie in demselben Verhältnis, wie das Wasser. Man teilt diese Stoffe gewöhnlich ein in:

¹⁾ Ztschr. f. physiol. Chem. 1879, 322.

²⁾ Siehe auch: Tollens, Handb. der Kohlehydrate. Breslau, 1888. Sachse, Physiologie der Farbstoffe, Kohlehydrate etc. Leipzig, 1877.

I Monosaccharide: $C_6H_{12}O_6$	II Disaccharide: $C_{12}H_{22}O_{11}$	III. Polysaccharide: $(C_6H_{10}O_5)_n$
Traubenzucker (Dextrose, Glykose)	Rohrzucker (Saccharose)	Stärke
Fruchtzucker (Lävulose)	Milchzucker (Laktose)	Dextrin
Mannose	Malzzucker (Maltose)	Gummi
Galaktose	Isomaltose	Cellulose

I. Die Monosaccharide oder Glykosen sind süßschmeckende, in Wasser und Alkohol leicht lösliche, in Äther unlösliche Körper; sie sind krystallisationsfähig, optisch aktiv und diffundiren. Ihre Verbindungen mit Basen werden Saccharate genannt; die Bleisaccharate sind in ammoniakalischen Flüssigkeiten fast unlöslich.

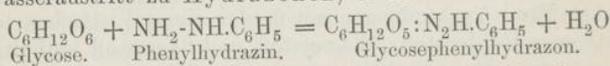
Reaktionen der Monosaccharide:

1. Sie sind in verdünnter wässriger Lösung direkt durch Hefe vergärbar, wobei sie in Alkohol und Kohlensäure zerfallen;

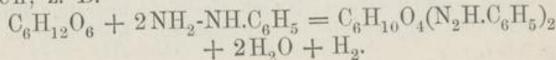
2. sie reducieren beim Erwärmen in alkalischen Lösungen Metalloxyde (ammoniakalische Silberlösung, alkalische Kupferoxydlösung — Trommer'sche Probe, Fehling'sche Probe —).

3. Mit Laugen oder wässriger Schwefelsäure gekocht, werden sie unter Braunfärbung zersetzt (Moore'sche Probe); für sich erhitzt, liefern sie Karamel, eine eigenthümlich riechende, nicht mehr krystallisationsfähige Masse.

4. In essigsaurer Lösung verbinden sie sich bei gewöhnlicher Temperatur mit 1 Mol. Phenylhydrazin unter Wasseraustritt zu Hydrazonen; z. B.



Beim Erwärmen mit essigsauerm Phenylhydrazin verbinden sie sich mit 2 Mol. Phenylhydrazin unter nochmaligem Wasseraustritt und Abgabe von Wasserstoff zu gelben, in Wasser unlöslichen Verbindungen, den Osazonen; z. B.



Vorl
finden sich
süßen Frü
Die
cellulose
vorsichtige
Die
Pflanzenre

II. D
Anhydridv
Der Rohrz
Lävulose,
Galaktose,
Di-Sacchar
fachen Zue
und diffus
mit Basen

Reak
tose) nicht
ihrer Inve
unter Auf
Kochen m
gespannte
wirkt wen
vergoren;
in Milchsä

2. Au
in alkalisc
Invertieur
3. Be
gleich dem
wärmen m
sie unter l

1) Der
zucker beze
Dextrose un
links dreht,
das entstand

Vorkommen. Die Dextrose, ebenso die Lävulose finden sich, meist in gleicher Menge, im Saft der meisten süßen Früchte und im Honig.

Die Mannose entsteht durch Kochen von Reservecellulose der Samen mit verd. Schwefelsäure, auch durch vorsichtige Oxydation des Mannits.

Die Galaktose ist in freiem Zustande im Tier- und Pflanzenreiche nicht nachgewiesen.

II. Die Di-Saccharide oder Saccharosen (Biosen) sind Anhydridverbindungen zweier Moleküle der einfachen Zucker. Der Rohrzucker besteht aus 1 Mol. Dextrose und 1 Mol. Lävulose, der Milchzucker aus 1 Mol. Dextrose und 1 Mol. Galaktose, der Malzzucker aus 2 Molekülen Dextrose. Die Di-Saccharide schmecken im allgemeinen süßer als die einfachen Zucker. Sie sind optisch aktiv, krystallisationsfähig und diffusibel. Wie die einfachen Zucker, bilden auch sie mit Basen Saccharate.

Reaktionen: 1. Die Di-Saccharide sind (ausser Maltose) nicht direkt durch Hefe vergärbar, sondern erst nach ihrer Invertierung, d. i. Spaltung in die einfachen Zucker unter Aufnahme von Wasser.¹⁾ Diese Spaltung kann durch Kochen mit verdünnten Mineralsäuren, durch Einwirkung gespannter Wasserdämpfe und durch gewisse Fermente bewirkt werden. Der Milchzucker wird durch Hefe nicht vergoren; durch Milchsäureferment jedoch geht er rasch in Milchsäuregärung über.

2. Auch die Di-Saccharide reducieren die Metalloxyde in alkalischen Lösungen, der Rohrzucker erst nach seiner Invertierung.

3. Beim trocknen Erhitzen geben die Di-Saccharide gleich den Mono-Sacchariden braunen Karamel, beim Erwärmen mit verdünnter Schwefelsäure oder Laugen werden sie unter Braunfärbung zersetzt.

¹⁾ Der Ausdruck „Inversion, Umkehrung“ ist nur für den Rohrzucker bezeichnend, welcher bei der Invertierung in gleiche Teile Dextrose und Lävulose zerfällt; da aber die letztere stärker nach links dreht, als die Dextrose nach rechts, so ist der Invertzucker, das entstandene Gemisch, links drehend.

4. Mit Phenylhydrazin verbinden sie sich zu Hydrazone und Osazonen.

Vorkommen. Der Rohrzucker findet sich in grösserer Menge in der Zuckerrübe (bis 16⁰/₀), dem Zuckerrohr (bis 20⁰/₀) und der Zuckerhirse (bis 15⁰/₀), in geringer Menge in den meisten Pflanzen.

Der Milchzucker ist ein konstanter Bestandteil der Milch.

Die Maltose entsteht bei der Einwirkung vom Malzdiastase auf Stärke (beim Keimen des Getreides).

Die Isomaltose findet sich im Bier und in der Bierwürze (Lintner.¹)

III. Die Polysaccharide, ebenfalls Anhydride der Monosaccharide, entstehen aus der Vereinigung vieler Moleküle der einfachen Zucker; sie sind amorphe geschmacklose Körper, die in Alkohol und Äther unlöslich, in Wasser jedoch (die Cellulose ausgenommen) mehr oder weniger leicht löslich sind. Die wässrigen Lösungen sind optisch aktiv; sie diffundiren nicht. Durch Sättigung der wässrigen Lösungen mit Salzen, besonders Ammonsulfat, werden die Polysaccharide ausgeschieden. Mit Basen, auch mit Phenylhydrazin gehen sie keine Verbindungen ein; Metalloxyde in alkalischer Lösung werden nicht durch sie reduciert.

Spezielle Reaktionen: Stärke giebt mit Jodlösung (Jod im Jodkalium) die bekannte charakteristische Blaufärbung.²) Durch Kochen mit verdünnten Mineralsäuren, durch Behandlung mit hochgespannten Wasserdämpfen oder durch Einwirkung gewisser Fermente werden die Polysaccharide in die einfachen Zucker zerlegt. Bei der hydrolytischen Spaltung der Stärke, des Glykogens und der Cellulose wird Dextrose gewonnen, bei der Zersetzung des Inulins Lävulose, bei der Zersetzung vieler Gummiarten Galaktose. Die Dextrine sind Zwischenprodukte, welche bei der Umwandlung von Stärke sich bilden. So entsteht, wenn man Stärkelösung mit verdünnter

¹) Ztschr. f. ges. Brauw. 1891, 283; 1892, 6. 106. 142.

²) Über Verbindungen der Stärke mit alkalischen Erden, siehe C. J. Lintner, Ztschr. angew. Chem. 1888, 232.

Schwefelsäure
mit Jodlösung
nicht mehr
zucker.

Die I

Vorkommen
Pflanzenzucker
welche un
tung erken

Die C

wände alle
mitteln u
Lösung von
durch Ueb
und Kork

Gummi

säften gelöst
halten. 1

zu einer d
Das I
positen, i
inulinhaltig
sog. Sphä
sämtliche

Fette.

wie die K
einen gros
sind ihren
glyceriden
vorwiegend
flüssigen I
Triolein er

Alle

spezifisch
lösen sie s
wieder aus
kohlenstoff
erzeugen s

Schwefelsäure kocht, zunächst Erythroextrin (Rottfärbung mit Jodlösung), dann Achrooextrin (wird durch Jod nicht mehr gefärbt), weiter Maltodextrin, endlich Traubenzucker.

Die Polysaccharide sind durch Hefe nicht vergärbar.

Vorkommen. Die Stärke findet sich in vielen Pflanzenzellen in Form runder oder länglicher Körner, welche unter dem Mikroskop meist eine deutliche Schichtung erkennen lassen.

Die Cellulose bildet den Hauptbestandteil der Zellwände aller Pflanzen; sie ist in allen gewöhnlichen Lösungsmitteln unlöslich; sie löst sich nur in ammoniakalischer Lösung von Kupferoxyd (Schweizer's Reagens), woraus sie durch Uebersättigen mit Säuren wieder gefällt wird. Holz und Kork sind Umwandlungsprodukte der Cellulose.

Gummi ist in vielen Pflanzen, teils in den Pflanzensäften gelöst, teils in eigenen Behältern abgesondert, enthalten. Tritt es aus den Pflanzen heraus, so erstarrt es zu einer durchsichtigen, amorphen Masse.

Das Inulin findet sich in den Wurzeln vieler Compositen, in denen es die Stärke vertritt. Wenn man inulinhaltiges Gewebe in starken Alkohol legt, so setzen sich sog. Sphärokrystalle von Inulin an den Zellwandungen an; sämtliche andere Polysaccharide sind stets nur amorph.

Fette, Lecithine, Cholestearine. Die Fette sind wie die Kohlehydrate stickstofffreie Verbindungen, welche einen grossen Teil des tierischen Körpers bilden. Sie sind ihrer chemischen Natur nach Gemenge von Triglyceriden der Fettsäuren. Die festen Fette bestehen vorwiegend aus Tripalmitin und Tristearin, während die flüssigen Fette, die Öle, als Hauptbestandteil das flüssige Triolein enthalten.

Alle Fette sind unlöslich in Wasser, auf dem sie als specifisch leichtere Körper schwimmen. In heissem Alkohol lösen sie sich, scheiden sich aber beim Erkalten desselben wieder aus; leicht löslich sind die Fette in Äther, Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Benzol, Petroläther. Auf Papier erzeugen sie Fettflecken, die beim Erwärmen nicht ver-

Sie krystallisieren in grossen, perlmutterglänzenden Blättern, die in Alkohol und Äther löslich, in Wasser unlöslich sind. Von den Fetten unterscheiden sie sich durch ihre völlige Unlöslichkeit in Laugen, selbst bei Siedhitze.

Fügt man zu einer Lösung von Cholestearin in Chloroform konz. Schwefelsäure, so färbt sich das Chloroform purpurrot, während die darunter befindliche Schwefelsäure grünlichgelb fluoresciert; verdunstet man die rote Chloroformlösung, so wird sie erst blau, dann grün und schliesslich gelb.

Cholestearine finden sich im Tierkörper sehr verbreitet, besonders in der Galle, im Blut, den Nerven, dem Gehirn und im Eigelb.

Das Phytosterin, das Cholesterin der Pflanzen, ist in allen vegetabilischen Ölen, mit Ausnahme des Olivenöls, enthalten. Von animalischen Fetten enthält nur das Butterfett Phytosterin. Cholesterin schmilzt bei $146-147.5^{\circ}$, Phytosterin bei $132-134^{\circ}$.

Die Verdauung, die Verdauungssäfte und ihre Einwirkung auf die Nährstoffe.

Die im vorigen Kapitel besprochenen Nährstoffe gehen, in den Organismus aufgenommen, nicht direkt in die Säfte über; sie müssen noch gewisse (mechanische und chemische) Prozesse durchmachen, um assimilationsfähig zu werden. Die Gesamtheit aller derjenigen Prozesse nun, welche dazu dienen, den rohen Nährstoff in das für die Ernährung geeignete Material überzuführen, heisst die Verdauung. Die Veränderungen der Nahrungsstoffe im Verdauungsapparat, der vom Mund bis zum After reicht, sind mechanischer und chemischer Natur. Der mechanische Prozess umfasst die Zerkleinerung und innige Mischung derselben mit den sie chemisch vorbereitenden Flüssigkeiten (die Arbeit des Kauens und der Darmbewegung); der chemische Process besteht in der Löslichmachung (hydrolytischen Spaltung) und Lösung der Stoffe durch die sog. Verdauungssäfte: den Mundspeichel, den Magensaft, den Darmsaft, die Galle und den Pankreassaft (Bauchspeichel).

Mundspeichel. Derselbe ist ein Sekret der grossen Speicheldrüsen, welche sich in den Mund ergiessen (glandula parotis, submaxillaris und sublingualis), ausserdem noch mehrerer kleinerer Drüsen der Mundhöhle (glandulae buccales und labiales). Der Speichel reagiert schwach alkalisch. Die Menge desselben ist schwankend, da jeder Reiz der Mundschleimhaut eine erhöhte Absonderung bewirkt; im Mittel sollen in 24 Stunden ca. 1500 gr. Speichel abgesondert werden (Bidder und Schmidt¹⁾, Tuzek.²⁾

Auch die Zusammensetzung des Speichels ist verschieden, je nachdem die einen oder die anderen Drüsen sich mehr oder weniger an der Absonderung beteiligen. Nach Fr. Hammerbacher³⁾ enthielt menschlicher Speichel 0,5797% feste Bestandteile, nach Bidder und Schmidt (l.c.) 0,484%. Als chemische Bestandteile des Mundspeichels sind aufzuführen: 1. Wasser, 2. anorganische Salze (besonders Chloralkalien und phosphorsaure Alkalien), 3. geringe Mengen von Eiweiss, 4. Mucin, 5. Ptyalin (der digestiv wirksame Bestandteil des Speichels), 6. Kalium-rhodanid (bei Tieren meistens nicht gefunden (Ellenberger und Hofmeister⁴⁾), 7. Gase: freier Sauerstoff (nach Pflüger⁵⁾ etwa 0,5 Vol.-%), Stickstoff und Kohlensäure.

Schönbein⁶⁾, auch P. Gries haben im Speichel salpetrige Säure nachgewiesen, Heyward fand Ammoniak. Die Sekrete der verschiedenen Mundspeicheldrüsen sind nicht gleichartig: die Parotis sondert beim Menschen kein Mucin ab, wogegen die gl. sublingualis und die meisten kleineren Drüsen Mucin liefern; die gl. submaxillaris bildet sowohl Mucin als auch Eiweiss. Das Ptyalin findet sich beim Menschen sowohl im Parotidenspeichel als auch besonders im Sekret der gl. submaxillaris (Grützner⁷⁾⁸⁾. Infolge der

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

²⁾ Ztschr. f. Biologie 1876. XII, 534.

³⁾ Ztschr. f. physiol. Chem. 1881, 302.

⁴⁾ Vergl. Physiologie der Haussäugetiere, Berlin 1890, 495.

⁵⁾ Pflüger's Arch. 1868, 686.

⁶⁾ Journ. f. pr. Chem. 86, 151.

⁷⁾ Pflüger's Arch. 1876, 287.

⁸⁾ Es wird jetzt allgemein angenommen, dass alle Verdauungs-

Anwesen
die Bi
Invertin

Di
prozess
und so
mehr V
rungsst
arbeitu
Extrakt
dass da
setzung
Glykoge
in Zuck

Be
zunächs
welche
Maltode
Grube

Da
und das
nach de
seiner F
Zuckerb
in den
durch d
brochen
lichér e

Ha
Speichel
Zuckerb

sekrete i
und gelö
gebildet
dern das
nicht Try

1)
2)

Anwesenheit von Eiweiss und Mucin gibt der Speichel die die Biuret-, die Millon'sche-, die Xanthoprotein-Reaktion. Invertin ist im Speichel nicht vorhanden.

Die Wirkung des Speichels bei dem Verdauungsprozess besteht darin, dass derselbe die Bissen durchfeuchtet und so das Schlucken erleichtert; dass derselbe der Nahrung mehr Wasser zuführt, wodurch er einerseits auf die Nahrungsstoffe lösend wirkt, andererseits eine leichtere Verarbeitung der nun zu einem mehr oder weniger wässrigen Extrakt gewordenen festen Nahrung ermöglicht; endlich, dass das in ihm befindliche Ferment, das Ptyalin, eine Zersetzung der in der Nahrung enthaltenen Stärke und des Glykogens (unter Wasseraufnahme) und eine Überführung in Zucker einleitet.

Bei der Einwirkung des Ptyalins auf Stärke entsteht zunächst das einfache Hydrat, die lösliche Stärke (Amidulin), welche sich allmählich in Erythroextrin, Achrooextrin, Maltodextrin und Maltose verwandelt (Musculus und Gruber.¹⁾)

Das Ptyalin des Mundspeichels kann also die Stärke und das Glykogen der Nahrung in Zucker verwandeln, allein nach den Untersuchungen von Hammarsten²⁾ ist die Zeit seiner Einwirkung während des Kauens für eine erhebliche Zuckerbildung zu kurz, denn sobald die stärkehaltige Substanz in den Magen gelangt ist, wird die Wirkung des Ptyalins durch den sauren Magensaft abgeschwächt und dann unterbrochen, um später durch das im Pankreassaft viel reichlicher enthaltene Ptyalin wieder aufgenommen zu werden.

Hammarsten (l.c.) konstatierte bei Einwirkung von Speichel auf verschiedene Stärkesorten eine eingetretene Zuckerbildung bei

sekrete in den absondernden Drüsenzellen nicht schon vorgebildet und gelöst sind, sondern dass dieselben erst während der Sekretion gebildet werden; die Drüsenzellen enthalten also nicht Ptyalin sondern das Zymogen des Ptyalins, nicht Mucin, sondern Mucinogen, nicht Trypsin, sondern Trypsinogen (cf. Neumeister l.c.).

¹⁾ Ztschr. f. physiol. Chem. 1878, 177.

²⁾ Jahresh. f. d. ges. Medic. (Virchow-Hirsch) 1871. VI, 95.

Kartoffelstärke	nach	2—4	Stunden
Erbsenstärke	„	1 ³ / ₄ —2	„
Weizenstärke	„	1 ¹ / ₂ —1	„
Gerstenstärke	„	10—15	Minuten
Haferstärke	„	5—7	„
Roggenstärke	„	3—6	„
Maisstärke	„	2—3	„

Die chemische Funktion des Speichels kommt demnach beim Menschen nur wenig in Betracht. Die Eiweissstoffe erfahren durch den Mundspeichel keine Veränderung.

Magensaft. Dieser ist das Sekret zweier Drüsenarten, 1. der Pylorusdrüsen, cylindrischen, am Grunde z. T. etwas verzweigten, mit cylindrischen Zellen ausgekleideten Schläuchen;

2. der Fundusdrüsen, cylindrisch, am Grunde verzweigt, und mit zwei Zellenarten versehen,

a) den Hauptzellen, cylindrisch, den Zellen der Pylorusdrüsen ähnlich, in allen Teilen der Drüse und im Drüsenhalse ausschliesslich vorhanden.

b) den Belegzellen (früher Labzellen genannt) rundlich im Drüsenkörper wandständig hinter den Hauptzellen liegend, keine kontinuierliche Schicht bildend (Heidenhain).

Der Magensaft ist eine klare, farblose Flüssigkeit von stark saurer Reaktion, welche bei mechanischem Reiz (der Nahrung) auf die Magenschleimhaut von dieser ausgeschieden wird. Bei leerem Magen ruht die Absonderung des Magensaftes oder ist nur sehr gering. Die saure Reaktion desselben wurde eine Zeitlang auf die Gegenwart von Milchsäure zurückgeführt; Bidder und Schmidt¹⁾ aber haben nachgewiesen, dass die saure Reaktion von freier Salzsäure herrührt, da die Chlormenge des Saftes grösser ist als das Äquivalent sämtlicher gefundenen Basen. Neuere Untersuchungen haben einen Salzsäuregehalt des menschlichen Magensaftes von 0,2—0,3⁰/₁₀ ergeben.²⁾ Die freie Salzsäure des Magensaftes nimmt ihre Entstehung aus den Chloriden

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

²⁾ Dionys Szabó, Ztschr. f. physiol. Chem. 1877, 155.

des alk
und K
würdig
zwei a
natrium
tritt au
aber be
als Koo
dass di
faten o
stärker
dieser
schwer
säuredi
ist es
nach d
Natrium
(Bung
säure,
schütze
Trocke
folgend
Magens

In
Pepsi
(ein Mi
lichen
sich hä

1)
2)
3)
4)
c 12
5)

des alkalisch reagierenden Blutes, wie Versuche von Voit¹⁾ und Kahn²⁾ dargethan haben. Maly³⁾ hat diese merkwürdige Erscheinung zu erklären versucht. Bringt man zwei auch im Blute vorkommende Salze, das alkalische Dinatriumphosphat und neutrales Calciumchlorid zusammen, so tritt auffallender Weise freie Salzsäure auf; diese diffundiert aber bedeutend schneller als lösliche Salze, 34mal so schnell als Kochsalz. Eine andere Annahme von Maly ist diese, dass die Kohlensäure beim Zusammentreffen selbst mit Sulfaten oder Chloriden einen Teil der Basen binde und die stärkere Säure von diesen fortdränge. Die Möglichkeit dieser Reaktion wurde von ihm nachgewiesen, allein es ist schwer einzusehen, warum bei der Möglichkeit einer Salzsäurediffusion nicht auch die Kohlensäure diffundiert, ferner ist es nicht verständlich, weshalb die Salzsäure immer nur nach der einen Seite, in das Lumen der Drüse, das gebildete Natriumkarbonat aber stets in das Blut befördert wird (Bunge⁴⁾). Nach Bunge ist die Hauptaufgabe der Salzsäure, die Nahrung vor Fäulnis und abnormer Gärung zu schützen. Der menschliche Magensaft enthält ca. 0,5% Trockensubstanz. Bidder und Schmidt (l. c.) geben folgende quantitative Zusammensetzung des menschlichen Magensaftes an:

Wasser	99.44 %
Salzsäure	0.20 „
Organ. Bestandt. (Pepsin)	0.32 „
Salze	0.22 „

In dem Magensaft finden sich zwei Fermente, das Pepsin (ein Eiweiss und Leim verdauender) und das Lab (ein Milch koagulierender Körper). Invertin ist im menschlichen Magensaft nicht vorhanden (Worm-Müller⁵⁾). Die sich häufig findende Milchsäure ist kein Produkt der Drüsen-

¹⁾ Sitzungsber. d. bayr. Akad. d. Wissensch. 1869. II, 506.

²⁾ Ztschr. f. physiol. Chem. 1886, 522.

³⁾ Liebig's Annal. 1874, 250.

⁴⁾ Lehrb. d. physiol. Chem. 1889, 149; Vergl. Neumeister, l. c. 129.

⁵⁾ Pflüger's Arch. 1884, 576.

sekretion (Brücke¹), sondern entstammt der eingeführten Nahrung (bakterielle Gärung von Kohlehydraten), wie Ewald und Boas²) gezeigt haben. Die verschiedenen Drüsensekrete sind nicht gleichartig: nur die Belegzellen der Fundusdrüsen (Labzellen) liefern Salzsäure, während die Hauptzellen Pepsin und Lab liefern; ebenso geben die Pylorusdrüsen, welche lediglich aus Hauptzellen bestehen, nur Pepsin und Lab (Heidenhain³), Swiecicki⁴), Sehrwald⁵).

Das im Magensaft enthaltene Mucin stammt aus den Becherzellen, welche die Drüsenzellen umkleiden.

Wirkung des Magensaftes auf die Nährstoffe.

1. Viele vom Speichel noch nicht aufgelöste Substanzen werden durch den sauren Magensaft gelöst (auch Karbonate und Phosphate).

2. Die vom Ptyalin des alkalischen Mundspeichels eingeleitete Umwandlung der Stärke in Zucker wird im Magen fortgesetzt und durch die erhöhte Temperatur beschleunigt bis die saure Reaktion des Magensaftes überhand nimmt; Cellulose wird durch den Magensaft nicht verändert.

3. Ein im Magensaft noch nicht isoliertes Ferment verwandelt Milchzucker in Milchsäure.

4. Die echten Eiweissstoffe, welche noch nicht gelöst sind, wie das Fibrin, gekochtes Eiereiweiss, Casein des Käse etc., werden durch die Wirkung der Salzsäure und des Pepsins zunächst aufgelöst, dann denaturiert, d. h. in Syntonin (Acidalbumin) übergeführt. Der Denaturierung folgt, unter Wasseraufnahme, die allmähliche Spaltung des Eiweissmoleküls; das erste Spaltungsprodukt sind die Albumosen, bei weiterer Einwirkung des Magensaftes entstehen die Peptone, die Endprodukte der Magenverdauung.⁶)

¹) Vorlesungen über Physiologie 1885. I, 305.

²) Virchow's Arch. 1885. 101, 325 u. 1886. 104, 271.

³) Pflüger's Arch. 1878, 169 u. 1879, 148.

⁴) Dass. 1876, 444.

⁵) Münch. mediz. Wochenschr. 1889, 177.

⁶) Über den Vorgang der Umwandlung, siehe d. Ansicht von Th. Chandelon, Berl. Ber. 1885. 1999.

5.
vor der
ung im
die frei
(als Kä
neutrale
verwan
übergef
säure u
im Mag
sung un
Amphop
und Pa
6.
Magens
moglo
in Eiwe
7.
und da
widerst
Kollag
Glutin
gelatin
proteos
Deuter
8.
Magens
Ü
R. Neu
Di
seien h
den Ei
entstan
tralsalz
körper;
1)
2)
ref. in

5. Von den Proteiden erfährt das Casein der Milch vor der Pepsinverdauung noch eine eigentümliche Veränderung im Magensaft. Dasselbe wird aus der Milch nicht durch die freie Salzsäure gefällt, sondern durch das Labferment (als Käse, Paracasein), nachdem die Salzsäure zuvor den neutralen Caseinkalk in das entsprechende saure Kalksalz verwandelt hat. Auf dies nunmehr in den festen Zustand übergeführte Casein (Paracasein) wirkt jetzt die Pepsinsalzsäure und spaltet es in Nuclein und Eiweiss; ersteres ist im Magensaft unlöslich, letzteres geht als Syntonin in Lösung und wird nun weiter in Kaseosen und schliesslich in Amphopeptome gespalten (Thierfelder¹), Chittenden und Painter²).

6. Auch die übrigen Proteide werden durch den Magensaft zunächst in ihre Komponenten gespalten: Hämoglobin in Eiweiss und Hämatin, die Glycoproteide in Eiweiss und Kohlehydrate.

7. Von den Albuminoiden werden nur das Kollagen und das Elastin (letzteres sehr schwer) gelöst; das Keratin widersteht der verdauenden Wirkung des Magensaftes. Das Kollagen geht zunächst in sein Hydrat, das gelatinöse Glutin über, bei weiterer Einwirkung in nicht mehr gelatinisierende Protogelatose (entsprechend den Protopeptosen). Das Elastin liefert zunächst Protelastose, dann Deuteroelastose.

8. Die Fette, Nuclein und Lecithin, werden durch den Magensaft nicht verändert.

Über die sog. Selbstverdauung des Magens siehe R. Neumeister, l. c. 142.

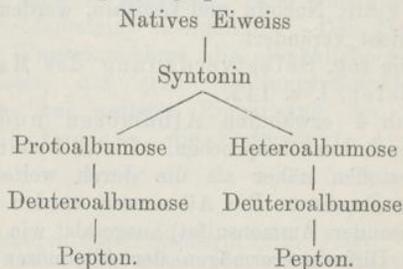
Die sub 4 erwähnten Albumosen und Peptone seien hier noch kurz besprochen. Die Albumosen stehen den Eiweissstoffen näher als die durch weitere Spaltung entstandenen Peptone. Die Albumosen werden durch Neutralsalze (besonders Ammonsulfat) ausgesalzt wie die Eiweisskörper; das Diffusionsvermögen der Albumosen ist gering,

¹) Ztschr. f. physiolog. Chem. 1886, 577.

²) Casein u. dessen erste Spaltungsprodukte, New-Haven. 1887, ref. in Hermann's Jahresber. üb. d. F. d. Phys. XV, 254.

die Eiweisskörper diffundieren nicht. Albumosen sind wie die Eiweisskörper durch Alkohol fällbar; dagegen lassen erstere sich weder durch Aufkochen ihrer schwach alkalischen oder schwach sauren Lösungen, noch durch längere Einwirkung von Alkohol koagulieren. Die Albumosen sind im allgemeinen leicht löslicher als die Eiweissstoffe. Albumosen wie Eiweissstoffe werden gefällt durch Salpetersäure, Essigsäure und Ferrocyankali, Sublimat, Phosphorwolframsäure bei Gegenwart von Salzsäure, Gerbsäure, Pikrinsäure, Trichloressigsäure¹⁾, Jodquecksilber-Jodkalium; doch erfolgt die Fällung der Albumosen, wegen ihrer leichteren Löslichkeit, im allgemeinen schwieriger; die Fällung derselben erfordert meist eine stärkere Konzentration der Lösungen und ist zudem von der Temperatur abhängig, ein Umstand, der zum Nachweis der Albumosen neben Eiweisskörpern benutzt wird.²⁾

Durch Spaltung des Eiweissmoleküls entstehen aus dem Syntonin zunächst zwei verschiedene („primäre“ Albumosen) die Protoalbumose, in reinem Wasser löslich, und die Heteroalbumose, nur bei Gegenwart von Salzen in Wasser löslich. Aus jeder dieser primären Albumosen bildet sich bei weiterer Einwirkung des Magensaftes je eine Deuteroalbumose, die unter sich nur unwesentliche Differenzen zeigen. Die Deuteroalbumosen werden sodann in völlig gleiche Peptone gespalten. Also:



¹⁾ Einige Eiweissstoffe werden durch Trichloressigsäure nicht gefällt. Neumeister, Lehrb. d. physiol. Chem. 30.

²⁾ R. Neumeister, Über d. Reakt. d. Albumosen u. Peptone. Ztschr. f. Biologie 1890, 335.

Die Peptone sind noch leichter löslich als die Albumosen; sie werden wie die Albumosen durch Kochen in alkalischer oder saurer Lösung oder durch längere Alkoholeinwirkung nicht koaguliert; sie sind, wie diese, optisch linksdrehend; sie vereinigen sich wie die Albumosen und Eiweisskörper mit Basen wie mit Säuren zu salzähnlichen Verbindungen.

Unterschieden werden die Peptone von den Albumosen besonders durch physikalische Eigenschaften, vor allem dadurch, dass sie sich nicht durch Neutralsalze, (selbst nicht durch Ammonsulfat) aussalzen lassen. Die Peptone diffundieren leicht. Peptone werden nur gefällt durch absoluten Alkohol, aus neutraler Lösung durch Gerbsäure (im Überschuss löslich), durch Phosphorwolfram- und Phosphormolybdänsäure und durch Sublimat; durch Salpetersäure, Essigsäure und Ferrocyankali, Pikrinsäure, Trichloressigsäure, Jodquecksilber-Jodkali und Salzsäure werden sie nicht gefällt.

Die quantitative Zusammensetzung der Albumosen und Peptone differiert nicht sehr von der der Eiweissstoffe, ein Beweis, dass die Wasseraufnahme bei der hydrolytischen Spaltung nur eine geringe ist; immerhin ist dieselbe aber nachgewiesen, wie Analysen von Kühne und Chittenden¹⁾ zeigen.

Näheres siehe: R. Neumeister, Lehrb. d. physiol. Chem. 1893. 184 u. f.

Die Verdauungssäfte des Darms sind die Galle, der Pankreassaft und der Darmsaft.

a) Die Galle ist das Sekret der Leber. Die aus der Gallenblase geschlachteter Tiere gewonnene Galle bildet eine schleimige Flüssigkeit von gelbbrauner, grüner bis schwarzer Farbe und von bitterem Geschmack; sie reagiert alkalisch, da sie ca. 0,2^o/_o Natriumkarbonat und gleichviel tertiäres Natriumphosphat enthält.

¹⁾ Die Arbeiten von Kühne und Chittenden finden sich in d. Ztschr. f. Biol. 1883 XIX, 159; 1884 XX, 11; 1886 XXII, 423; 1893 XXIX, 1. — W. Kühne, Albumosen und Peptone, Verh. d. naturh. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. 3. 1885, 286.

Die Hauptbestandteile der Galle, welche sich nur in der Leber vorfinden und in ihr gebildet werden, sind die gallensauren Salze und die Gallenfarbstoffe; ausserdem findet sich in der Galle ein Nucleoalbumin, ferner Cholesterin, Fette, Seifen, Lecithin, die gewöhnlichen Salze des Serums, etwas Eisenphosphat und wenig Ptyalin.

Die Gallensäuren: Glycocholsäure ($C_{26}H_{43}NO_6$) und Taurocholsäure ($C_{26}H_{45}NSO_7$) sind an Natrium gebunden, in Wasser und in Alkohol leicht löslich, unlöslich in Äther. Beide Säuren sind Abkömmlinge der Cholsäure ($C_{24}H_{40}O_5$), Verbindungen der Cholsäure (Cholalsäure) mit Glycocol (Amidoessigsäure, $CH_2(NH_2)COOH$) bzw. Taurin (Amidoethylsulfosäure, $C_2H_4 < \begin{matrix} NH_2 \\ SO_3H \end{matrix}$), zwei Stoffen, welche zweifellos den Proteïnsubstanzen der Nahrung entstammen. Wie die Cholate gebildet werden, ist bis dahin unbekannt.

Die Farbstoffe der normalen Galle sind das gelbe Bilirubin und dessen Oxydationsprodukt, das grüne Bilverdin; durch das Vorwalten des einen oder des anderen Farbstoffes sind die verschiedenen Färbungen der Galle bedingt. Diese Farbstoffe sind Abkömmlinge des Blutfarbstoffs (Hämoglobins). Man nimmt an, dass der Blutfarbstoff, welcher beim Zerfall der roten Blutkörperchen frei wird, in die Leber übergeht, dort festgehalten und in Einweiss und Hämatin gespalten wird, wofür letzteres nach Nenki und Sieber¹⁾ unter Abspaltung des Eisens und gleichzeitiger Wasseraufnahme in Bilirubin übergeht.

Die Natur des Nucleoalbumins, einer Substanz, die früher für Mucin gehalten wurde, ist von Paijkull²⁾ festgestellt.

Das Ptyalin kommt in der Galle nicht regelmässig vor, es ist kein Produkt der Leber, sondern wird als Ptyalinzymogen aus der Pankreasdrüse resorbiert, durch die Galle (wie durch den Harn) aus dem Organismus entfernt.

¹⁾ Berl. Ber. 1884, 2275.

²⁾ Ztschr. f. physiol. Chem. 1887, 196.

b
saft (E
dem E
Pankrea
lischer
ist reich
Sekret
Zersetz
rosin
Saftes);
tische
fettspal
c)
welche
sog. B
oberste
und 2.
Wand
Die Br
Funktio
De
Fisteln
soviel
Er entl
V
In
wieder
im Duo
mit der
Di
hoch a
geben,
keiten
eine R
gängen
beteilig
betrach
Endpro

b) Das **Pankreas** scheidet sein Sekret, den Pankreassaft (Bauchspeichel) nur während der Verdauung, nach dem Eintritt der Nahrung in den Dünndarm ab. Der Pankreassaft, eine klare, schleimige Flüssigkeit von alkalischer Reaktion (0,2—0,4% Natriumcarbonat enthaltend) ist reich an Eiweissstoffen; ferner finden sich in dem Sekret wenig Fett, Seifen und geringe Mengen von Zersetzungsprodukten der Eiweisskörper Leucin und Tyrosin (Produkte der Selbstverdauung des eiweisshaltigen Saftes); an Fermenten enthält der Pankreassaft das diastatische Ptyalin, das eiweissverdauende Trypsin und das fettspaltende Steapsin.

c) Der **Darmsaft** ist das Sekret der Darmschleimhaut, welche zwei Drüsenarten besitzt: 1. kleine, traubenförmige sog. Brunner'sche Drüsen mit cylindrischen Zellen im obersten Teil des Duodenums, angrenzend an den Pylorus und 2. die sog. Lieberkühn'schen Drüsen, welche die Wand des Dünndarms wie auch des Dickdarms bekleiden. Die Brunner'schen Drüsen stehen in ihrem Bau wie in ihrer Funktion den Pylorusdrüsen sehr nahe.

Der hellgelbe Darmsaft (aus sog. Thiry-Vella'schen Fisteln gewonnen) enthält etwa 0,5% Kochsalz und ebensoviel Natriumcarbonat, besitzt daher alkalische Reaktion. Er enthält Eiweiss und Mucin.

Verdauungsvorgänge im Darm.

Im Darm kommt der sauer reagierende Speisebrei wieder mit alkalischen Sekreten in Berührung, und zwar im Duodenum mit Galle und Pankreassaft, im ganzen Darm mit dem Darmsaft.

Die Bedeutung der Galle bei der Verdauung ist früher hoch angeschlagen; neuere Forschungen haben jedoch ergeben, dass dieselbe nur insofern zu den Verdauungsflüssigkeiten zu zählen ist, als sie bei der Resorption der Fette eine Rolle spielt, im übrigen aber an den chemischen Vorgängen bei der Assimilation der Nährstoffe sich nicht beteiligt. Die Galle muss in erster Linie als ein Exkret betrachtet werden, als eine Flüssigkeit, in welcher gewisse Endprodukte des Stoffwechsels zur Ausscheidung gelangen.

(R. Neumeister.) Nach Versuchen von Voit¹⁾ und von F. Röhm²⁾ wird Fleisch, Leim, Traubenzucker und Brod ohne Galle ebenso gut verdaut, wie mit derselben; die Resorption von Fetten dagegen erleidet erhebliche Einbusse. Neumeister begründet die Anschauung, dass die Galle im allgemeinen ein Exkret sei noch weiter: die Menge des Gallenpigments ist viel zu gering³⁾, als dass man von ihm einen wesentlichen Einfluss auf die Vorgänge im Darm erwarten könnte; die Gallenfarbstoffe, in das Blut gespritzt, wirken giftig (de Bruin)⁴⁾; die Gallenfarbstoffe werden grösstentheils mit den Fäces entleert. Die Cholesterine sind nach Hoppe-Seyler als Spaltungsprodukte aufzufassen, die bei Umsetzungen des lebenden Protoplasmas gebildet werden; dieselben sind im tierischen Organismus schwer zersetzlich, in wässerigen Flüssigkeiten und im Harn unlöslich und werden deshalb, wenigstens teilweise durch die Galle entfernt. Die gallensauren Salze dagegen werden, wie aus vielen Beobachtungen geschlossen werden muss, im Darmkanal grossenteils resorbiert, sie können nicht als Exkretstoffe angesehen werden; ihnen muss eine Rolle bei den Vorgängen im Darm zugeschrieben werden, und diese ist wohl darin zu suchen, dass die Cholate als Transportmittel für die aus der Leber fortzuführenden Cholesterine zu dienen haben, welche nur bei Gegenwart von gallensauren Alkalien in der Galle löslich sind; ausserdem sind die Cholate wahrscheinlich bei der Aufsaugung der Fette seitens der Darmwandung insofern beteiligt, als sie die Oberfläche der Epithelzellen für Fette benetzbar machen, vielleicht auch die Emulgierung der Fette begünstigen.

Die Bedeutung der geringen Menge Fett, Lecithin und Seifen, welche in der Galle sich vorfinden, ist unbekannt. Wichtiger sind die Veränderungen, welche das Pan-

¹⁾ Voit, Üb. d. Bedeutung d. Galle f. d. Aufnahme d. Nahrungsm. im Darmkanal. Festschrift, München, 1882.

²⁾ Pflüger's Arch. 1883, 509.

³⁾ Stadelmann fand in der innerhalb 24 Stdn. von Hunden ausgeschiedenen normalen Galle nur 0,16 g Bilirubin.

⁴⁾ Üb. d. giftige Wirkung des Bilirubins bei d. Gelbsucht. 1889; Ctrbl. f. klin. Med. I, 491.

kreass
Pankre
diastati
das fett

Da
Wirkun
hergest
noch in
Nährste
tose wi
in geri
zucker

Da
in etwa
körper:
sondern
bis sie
im Ma
Nun f
durch
beding
gespal
R. Ne
werden
Unter
die ein
Aspara
Art, d
säuren

D
zunäch
weiter
lich.
und d
erstere

1)
2)
3)
I, 188;

kreassekret auf die Nährstoffe ausübt. Das Sekret des Pankreas enthält bekanntlich drei wirksame Fermente, das diastatische Ptyalin, das eiweisszersetzende Trypsin und das fettspaltende Steapsin.

Das Ptyalin setzt, nachdem die Bedingungen seiner Wirkungsweise durch den Zufluss alkalischer Säfte wieder hergestellt sind, seine im Munde begonnene und anfangs noch im Magen fortgesetzte Umwandlung der stärkehaltigen Nährstoffe (Dextrin und Gummi) in Maltose fort; die Maltose wird dann durch das im Pankreassaft, wenn auch nur in geringer Menge auftretende Invertin weiter in Traubenzucker übergeführt.

Das Trypsin wirkt gleich dem Magensaft, wenn auch in etwas anderer Weise, lösend auf die genuinen Eiweisskörper; die festen Eiweisskörper quellen nämlich nicht auf, sondern werden mürbe und zerfallen (*θρύπτειν* = zerfallen), bis sie sich schliesslich verflüssigen. Milch wird vorher wie im Magensaft durch ein Labferment koaguliert (Roberts). Nun folgt aber keine Überführung in Syntonin, (welche durch die Anwesenheit der freien Salzsäure im Magensaft bedingt war), sondern das Eiweissmolekül wird sofort weiter gespalten und zwar entstehen Deuteroalbumosen (J. Otto¹), R. Neumeister.²) Durch weitere Einwirkung des Saftes werden dann Peptone gebildet, und zwar nach Kühne's Untersuchungen³) zwei Arten von Peptonen, von welchen die eine Art, das Hemipepton weiter in Leucin, Tyrosin, Asparaginsäure, Tryptophan etc. zerfällt, während die andere Art, das Antipepton, durch das Trypsin nicht in Amidosäuren gespalten wird. (Cf. R. Neumeister l. c. 199.)

Die Proteide werden durch Einwirkung des Trypsins zunächst in ihre Komponenten zerlegt; dann erfolgt die weitere Zersetzung des abgespaltenen Eiweisses wie gewöhnlich. Von den Albuminoiden werden nur das Kollagen und das Elastin durch das Pankreassekret verändert, ersteres jedoch nur, wenn es schon in Leim übergeführt

¹) Ztschr. f. physiol. Chem. 1883, 133.

²) Ztschr. f. Biol. 1887, XXIII, 398 u. 1890, XXVI, 345.

³) Virchow's Arch. 1867, 130; Jahresber. d. ges. Med. 1867, I, 183; Kühne u. Chittenden, Ztschr. f. Biol. 1884, XX, 46.

ist, was durch die Einwirkung der Säure im Magensaft geschieht (C. Ludwig und M. Ogata).¹⁾ Die weiteren Veränderungen des Leims (Glutins) sind dann denen im Magensaft völlig gleich, es entsteht zunächst Protogelatose, dann Deutergelatose, endlich Gelatinpepton, das nach Ewald und Kühne durch Trypsin nicht weiter in Amidosäuren gespalten wird.

Das Elastin dagegen wird durch das Pankreassekret direkt gelöst und liefert die auch bei der Magenverdauung entstehenden Elastosen, aber wie dort so auch hier kein Elastinpepton (Chittenden und Hart).²⁾

Die stets fettsäurehaltigen Fette der Nahrungsstoffe, welche in dem sauren Speisebrei des Magens unverändert bleiben, werden durch den Saft der Galle und des Pankreas neutralisiert und dann alkalisch gemacht; die freien Fettsäuren bilden mit dem Alkalikarbonat Seifen, so dass sich überall zwischen den Fettmolekülen in Wasser lösliche Seifenmoleküle befinden. Die ganze Fettmasse erleidet nun, wesentlich gefördert durch die sich entwickelnde Kohlensäure, eine Zerstäubung in feinste Partikelchen (J. Gad.³⁾ Die Fette werden emulgiert. Dieser Vorgang wird aber noch durch die Einwirkung des Steapsins, des Pankreasfermentes, welches Fette in Glycerin und freie Fettsäuren spaltet, unterstützt.

Von den Nucleinen scheint ein geringer Teil durch den Pankreassaft, ohne Veränderung, gelöst zu werden.

Die Lecithine werden durch Steapsin in Glycerinphosphorsäure, freie Fettsäuren und Cholin gespalten.

Die Veränderungen, welche schliesslich der Darmsaft noch auf die Nahrungsstoffe auszuüben vermag, sind nur sehr geringe. Der Darmsaft verändert weder Eiweissstoffe noch Fette; er enthält neben Ptyalin nur noch Invertin, welches die durch das Ptyalin aus der Stärke und dem Glykogen entstandene Maltose in Traubenzucker überführt und die mit der Nahrung direkt eingeführten Doppelzucker, Rohr- und Milchzucker, in die betreffende Monosaccharide spaltet.

¹⁾ Arch. f. Anat. u. Physiol. 1883, 91.

²⁾ Ztschr. f. Biol. 1889. XXV, 388.

³⁾ Arch. f. Anat. u. Physiol. 1878, 187.

Veränderungen der Nährstoffe durch die Wirkung von Mikroorganismen,

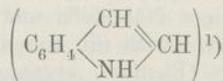
Von den Umwandlungen, welche die Nahrungsstoffe durch die Verdauungssäfte bzw. deren ungeformte Fermente (Enzyme) erleiden, sind wohl zu unterscheiden die Gärungs- und Fäulnisvorgänge, welche durch gewisse Darmbakterien (Fermentorganismen, geformte Fermente) bedingt sind.

Mit den Nahrungsmitteln werden gleichzeitig eine grosse Menge von Mikroorganismen verschluckt, welche ihre Thätigkeit bereits im oberen Teile des Dünndarms beginnen, wo die ihnen in ihrer Entwicklung hinderliche Salzsäure neutralisiert wird; ihr eigentliches Wirkungsgebiet ist der untere Teil des Dünndarms, wo die von den Säften noch nicht umgewandelten Reste von Nährstoffen von ihnen verarbeitet und zur Resorption geeignet gemacht werden; im Dickdarm wird ihre Entwicklung durch die hier erfolgende Resorption der fertigen Nährstoffe und des Wassers bereits wieder eingeschränkt. Auch die von den Organismen selbst erzeugten Produkte (Phenole, organische Säuren, welche durch das gleichzeitig entstehende Ammoniak nicht mehr neutralisiert werden) hemmen ihre Thätigkeit. Diese Einschränkung ihres Wirkungskreises kann für den Organismus nur vorteilhaft sein, denn wengleich die Bakterien anfangs die Wirkung der Säfte unterstützen, indem sie gerade so wie diese die Nährstoffe in einen löslichen, resorptionsfähigen Zustand überführen, so ist doch ihre weitere Arbeit, die Zersetzung der Peptone, nur nachteilig, weil jede Zersetzung resorptionsfähiger Stoffe einen Verlust für den Körper bedeutet.

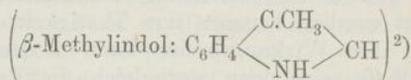
Die Bakterien, welche die Zersetzungen der Proteinstoffen bewirken, führen diese Stoffe in Lösung über und spalten sie dann, ebenso wie die Fermente der Verdauungssäfte, in Albumosen und Peptone; nur geht dieser Vorgang unter dem Einfluss der Bakterien viel langsamer vor sich als unter der Wirkung der Enzyme. Diese Umwandlung der Eiweissstoffe durch Bakterien scheint nicht eine direkte Lebensäusserung der Organismen selber zu

sein, sondern das Produkt von durch sie abgesonderter Fermente. Sind bereits peptonisierte Lösungen vorhanden, so werden diese von den Bakterien angegriffen. Wie bei der Einwirkung des Pankreassaftes entstehen auch bei der Zersetzung der Eiweisspeptone durch Bakterien die Amidosäuren: Tyrosin, Leucin, Asparaginsäure, Tryptophan. Ausser diesen Substanzen entstehen aber noch eine Reihe anderer, welche zum Teil aus einer weiteren bakteriellen Zersetzung der Amidosäuren entstammen, teils auch direkt aus Peptonen gebildet werden. Das Tyrosin kann durch Fäulnis infolge von Spaltungs-, Reduktions- oder Oxydationsvorgängen in andere Benzolderivate übergehen, in aromatische Oxyssäuren und weiter in Phenole.

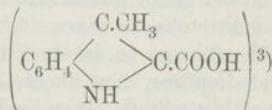
Neben der Bildung von Tyrosin und seinen Abkömmlingen beobachtet man bei der Einwirkung von Fermentorganismen auf Eiweissstoffe stets das Auftreten von Verbindungen der aromatischen Reihe, die nicht in direkter Beziehung zum Tyrosin stehen, das Indol



das Skatol



und die Skatolkarbonsäure



E. und H. Salkowsky⁴⁾ haben ferner als konstante Produkte der Eiweiss-Fäulnis nachgewiesen die Phenyl-

¹⁾ Kühne, Berliner Ber. 1875. VIII, 206; Nenki, das. 336; Nenki, über die Zersetzung der Gelatine u. d. Eiweisses bei der Fäulnis mit Pankreas. Bern, 1876, 37.

²⁾ L. Brieger, Journ. f. prakt. Chem. N. F. XVII, 124—138.

³⁾ E. u. H. Salkowsky, Berl. Ber. 1880. XIII, 191 u. 2217; Zeitschr. physiol. Chem. 1885. IX, 8 und 23; G. Ciamician und G. Magnanini, Berl. Ber. 1888. XXI, 1927.

⁴⁾ Ztschr. f. physiol. Chem. 1885, 491.

propionsäure (Hydrozimmetsäure: $C_6H_5-CH_2-CH_2-COOH$)
und die Phenyllessigsäure ($C_6H_5-CH_2-COOH$).

Ein Teil dieser durch die Eiweissfäulnis im Darm entstandenen aromatischen Stoffe gelangt zur Aufsaugung. Das resorbierte Tyrosin wird in den Geweben vollkommen zer-
setzt, ebenso auch andere aromatische Amidosäuren. Die N-freien Umwandlungsprodukte des Tyrosins dagegen, sowie die übrigen aromatischen Zersetzungsprodukte des Eiweisses werden nicht oxydiert, sondern treten als solche oder nur wenig verändert im Harn wieder zu Tage.

Die giftigen Phenole durchwandern nicht als solche die Säftemasse, sondern werden vorher — vielleicht in der Leber — entgiftet, indem sie hier mit Sulfaten zu ätherschwefelsauren Salzen zusammentreten.

Auch das Indol und das Skatol werden an Schwefelsäure gebunden, nachdem sie zu Indoxyd und Skatoxyl oxydiert waren; das indoxylschwefelsaure Kali bildet im Harn das Indikan.

Die Skatolkarbonsäure passiert unverändert den Organismus. Die aromatischen Oxysäuren werden z. T. ebenfalls mit Schwefelsäure gepaart im Harn vorgefunden. Der grösste Teil geht aber in Form von Salzen in den Harn.

Die Fäulnisprodukte der Fettreihe aus Eiweiss sind neben Leucin die Ammonsalze flüchtiger Fettsäuren (Capron-, Valerian-, Buttersäure), Methan und Wasserstoff, während der Schwefel des Eiweisses als Schwefelwasserstoff zum Teil auch als Methylmercaptan abgespalten wird. Die gebildeten Fettsäuren werden als Seifen resorbiert und im Organismus vollständig oxydiert.

Bei der Darmfäulnis des Bindegewebes und des Leimes hat man neben Leucin stets reichliche Glykocollbildung beobachtet.

Die Umwandlung der Kohlehydrate wird ebenfalls durch die Lebensthätigkeit von Mikroorganismen unterstützt, von denen einige auch diastatische Fermente absondern. Nach Wortmann¹⁾ sondert Bakterium Termo ein durch Alkohol fällbares Ferment ab, welches Stärke in derselben

¹⁾ Ztschr. f. physiol. Chem. 1882, 287.

Weise verändert wie die Diastase. Der Traubenzucker wird dann wiederum durch Bakterienwirkung in Milchsäure, die Milchsäure in Buttersäure, Kohlensäure und Wasserstoff zerlegt.

Selbst die Cellulose, welche der zersetzenden Wirkung aller Verdauungssäfte widersteht, wird durch Darmbakterien unter Bildung von Methan und Kohlensäure verändert (Tappeiner¹), Hoppe-Seyler²).

Auch an der Fettspaltung beteiligen sich Bakterien, welche die freigewordenen Fettsäuren sogleich in Verbindungen mit niederem Kohlenstoffgehalt zerlegen.

Die Lecithine werden durch Fäulnisbakterien ebenso zerlegt wie durch das Steapsin, nämlich in Glycerinphosphorsäure, freie Fettsäuren und Cholin; bei weiterer Einwirkung der Bakterien (ohne Luftzutritt) zerfällt das Cholin unter Bildung von Kohlensäure, Methan und Ammoniak.

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 Darms ein samtartiges Aussehen geben.

Die Zotten sind von dem Cylinderepithel der Darm-schleimhaut überzogen und besitzen Längslagen glatter Muskeln. In ihrem Innern enthält jede Zotte ein fein verzweigtes Blutgefässnetz und in ihrer Axe 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

¹) Ztschr. f. Biolog. 1884. XX, 52; 1888. XXIV 105.

²) Ztschr. f. physiol. Chem. 1886, 401.

Blättern des Gekröses verlaufen. Während dieses Verlaufes gehen sie noch durch die sog. Lymphdrüsen und vereinigen sich endlich in dem Milchbrustgang (ductus thoracicus), der in die Unterschlüsselbeinvene (vena subclavia) mündet.

Die in dem Darmtraktus gelösten flüssigen Nährstoffe, die Proteinstoffe 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 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 Saugadersystems 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 Farbstoffes. Der Chylus unterscheidet sich von der Lymphe nur durch den höheren Fettgehalt, welcher ihm ein milchiges Aussehen giebt.

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

	Chylus %	Blut %
Wasser	90.57	81.00
Eiweisskörper (incl. Körperchen und Extraktivstoffe	4.89	17.69
Faserstoff	0.13	0.24
		3°

	Chylus	Blut
	%	%
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

Das **Blut** ist eine rote, alkalisch reagierende Flüssigkeit; das spez. Gew. des menschlichen Blutes ist 1.05—1.06. Nach seiner Entfernung aus dem Körper gerinnt das Blut, sich in den Blutkuchen und das Blutserum sondernd. Wird das Blut jedoch sogleich nach der Entleerung mit einem Stabe geschlagen, so setzen sich die gerinnenden Stoffe in Form von Fasern (Faserstoff, Fibrin) ab und haften an dem Stabe, sodass man sie mit diesem herausnehmen kann; die rote Flüssigkeit, das defibrierte Blut, gerinnt nicht mehr. Die mikroskopische Untersuchung des nicht geronnenen Blutes zeigt, dass dasselbe aus einer gelblich gefärbten Flüssigkeit (Blutplasma) besteht, in der zahllose kleine rote und weisse Körperchen (Blut und Lymphkörperchen) schwimmen.

Die roten Blutkörperchen sind runde, beiderseitig ausgehöhlte (bikonkave) kern- und membranlose Scheibchen, deren Durchmesser 0.006—0.008 mm beträgt. Im entleerten Blute legen sie sich manchmal geldrollenähnlich aneinander. Die Bestandteile der roten Blutkörperchen sind:

1. Das Hämoglobin (der färbende Bestandteil).
2. Das farblose Stroma, welches 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) enthält.

Das Hämoglobin ist ein schwefel- und eisenhaltiger, roter, in Wasser wenig, in verd. 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. Blutkrystalle (rhombische Tafeln oder Prismen). Das Hämoglobin ist imstande, relativ

grosse Mengen Sauerstoff aufzunehmen; die Sauerstoffverbindung des Hämoglobins, das Oxyhämoglobin, wird aber sehr leicht wieder reduziert; die Reduktion desselben geschieht ausser durch das Körpergewebe auch sehr leicht durch chemische Reduktionsmittel (Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium etc.). Auch das Kohlenoxydgas verdrängt den Sauerstoff aus seiner Verbindung mit Hämoglobin und zieht den Erstickungstod nach sich. Das Oxyhämoglobin (das gewöhnliche Blut) und das Kohlenoxyd-Hämoglobin zeigen im Spektrum charakteristische Absorptionsstreifen, was zur Erkennung derselben dienen kann.

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 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 man beim Abkühlen die charakteristischen rhombischen (Teichmann'schen) Häminkrystalle von salzsaurem Hämatin.

Die farblosen Körperchen 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. Sie sind ihrem Ursprunge nach Chylus- bzw. Lymphkörperchen, welche allmählich in rote Blutkörperchen übergehen.

Ihre chemischen Bestandteile sind wenig bekannt, doch kann man wohl annehmen, dass sie dieselben Bestandteile enthalten, wie die roten Körperchen (mit Ausnahme des färbenden Hämoglobins).

Das Blutplasma enthält die Bestandteile des Blutserums und das Fibrin.

Das Fibrin ist nach A. Schmidt im Blute nicht

schon fertig gebildet vorhanden, sondern bildet sich erst bei der Blutgerinnung unter Einwirkung eines gleichzeitig entstehenden Fermentes; es enthält zwei Fibringeneratoren, Globulin ähnliche Körper, die fibrinogene und fibrinoplastische Substanz.

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

Das Blutserum (Plasma) enthält:

1. 8—10% Eiweisskörper, unter denen 3—4% Serumalbumin und 2—4% Serumglobulin;
2. Fette, Fettsäuren, Cholesterin, Lecithin (0.1—0.2%);
3. Traubenzucker, nach J. Seegen 0.14—0.15%¹⁾;
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 ist beim Menschen zu 7 bis 8% des Körpergewichtes angegeben (Bischoff; nach Anderen bis zu 12.5%).

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. 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.

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 Zer-

¹⁾ Pflüger's Arch. f. Phys. 1886, 348.

setzungsprodukte 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 von einander 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 Vorkammer ist durch die sogen zweizipfelige Klappe, *valvula nutralis* 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 giebt 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 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 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, unbekanntere Vorgänge¹⁾ — 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 Zawilsky, Schmidt-Mühlheim, Mering²⁾ 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 Fragen 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

¹⁾ Hoppe-Seyler, *Physiol. Chem.* 1877, 348; cf. Neumeister, *Lehrb. d. physiol. Chem.* 239.

²⁾ Neumeister l. c. 240.

gewebsbildenden 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 Gegensatz zu der bei der Verdauung 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 Voit und Bauer¹⁾ 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, Casein, Hämoglobin, Glutin.

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

¹⁾ C. Voit u. J. Bauer, Über d. Aufsaugung im Dick- und Dünndarm, Ztschr. f. Biol. 1869. V, 562.

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. 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 Salvioli, Hofmeister¹⁾), 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 Sichereres bekannt. Die neueren Ernährungsversuche haben es jedoch wahrscheinlich gemacht, dass die Peptone und Albumosen thatsächlich wieder eine Rückbildung in eiweissartige Substanzen erfahren. Möglicherweise liefern die in der Darmschleimhaut entstandenen, noch unbekanntenen 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 Harnstoffes 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. (Radziejewski²⁾.)

¹⁾ Gaetano Salvioli, Du Bois' Archiv 1880, Supplem. 112; F. Hofmeister, d. Verhalten des Peptons in der Magenschleimhaut, Ztschr. f. phys. Chem. 1882, VI, 69; siehe R. Neumeister, Lehrb. d. phys. Chem. I, 251.

²⁾ Ctrbl. f. d. med. Wiss. 1886, Nr. 23; Virchow's Arch. Bd. 56.

3. Der überschüssige Nahrungszucker wird in der Leber aufgespeichert und in Glycogen verwandelt. Andererseits aber besitzen die Leberzellen umgekehrt auch die Fähigkeit, das aufgespeicherte Glycogen wieder in Zucker zu spalten und nach Bedarf an das Lebervenenblut abzugeben. (Cl. Bernard¹.) Das Glycogen hat somit für den Stoffwechsel der Tiere eine ähnliche Bedeutung, wie die Stärke für den Stoffwechsel der Pflanze (Neumeister².) Der aus dem Glycogen entstehende Traubenzucker wird schliesslich zu Kohlensäure und Wasser verbrannt.

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 Haut³).

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 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. Sucksdorff⁴) fand bei gewöhnlichem Essen und Trinken pro 1 mgr Kot 25 000—2304347 Kolonien⁵).

¹) Nouvelle fonction du foie. Paris, 1853.

²) L. c. 259.

³) 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.

⁴) Arch. f. Hyg. 1886, 355.

⁵) Über die Spaltpilze der Fäces: siehe Escherich, d. Darmbakterien etc., Stuttgart, Ferd. Enke 1886. B. Bienstock, Ztschr. f. klin. Med. VIII, 1.

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, sein spez. Gewicht ist im Mittel 1.018. Der Wassergehalt des Harns ist je nach der Menge des eingenommenen und vom Körper verdunsteten Wassers verschieden und kann zwischen 90 und 98% schwanken. Der Harn enthält etwa 1,5% organische Salze, vorwiegend Kochsalz, dann saures phosphorsaures Natrium, weiter schwefelsaures Kalium und Natrium, phosphorsaures Calcium und Magnesium. Als stickstoffhaltige Stoffwechselprodukte finden wir im Harn in erster Linie den Harnstoff ($\text{CO}[\text{NH}_2]_2$), der von einem mittleren Organismus in einer Menge von 35—50 gr täglich ausgeschieden wird; sodann die Harnsäure ($\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$) in Form neutraler Alkalisalze (0,5—0,75 gr pro Tag). Der menschliche Harn enthält ferner Kreatinin (0,6—1,3 gr pro Tag), häufig auch Bernsteinsäure, Oxalsäure, Spuren von Hippursäure und von oxalursaurem Ammon; zuweilen auch Xanthin, Sarkin, Allantoin.

Die gelbe Farbe des Harns rührt von Gallenfarbstoff her, Urobilin, einem Abkömmling des Hämatins.

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 kohlen-saure 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 (Harn-

steine,
oft a
Ammo
Cystin
E
peratu
ein.
folge
überge
I
mittle

Wasser
Feste
Harnst
Harnsä
Chlor
Phosph
Erdph
Schwe
Ammon
Säureg

2
sprech
seinen
rote,
durch
wird
Kohle
belebt
I
Röhre
die L
Luftr
selben
Inner
neben

steine), 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 kohlen-saures Ammon über, infolge dessen die saure Reaktion des Harns in die alkalische übergeht.

Der menschliche Harn zeigt nach J. Vogel¹⁾ folgende mittlere Zusammensetzung:

	in 24 Stdn. gem.	in 1000 Teilen
Wasser	1440	960
Feste Bestandteile	60	40
Harnstoff	35	23.3
Harnsäure	0.75	0.5
Chlornatrium	16.5	11.0
Phosphorsäure	3.5	2.3
Erdphosphate	1.1	0.8
Schwefelsäure	2.0	1.3
Ammoniak	0.65	0.4
Säuregrad (als Oxalsäure berechnet) .	3.0	2.0

3. Der **Atmungsprozess**. Wie bereits bei der Besprechung des Blutkreislaufes erwähnt wurde, wird das auf seinem Wege durch den grossen Kreislauf veränderte, dunkelrote, kohlen-säurereiche Blut aus der rechten Herzkammer durch die Lungenarterie in die Lungen getrieben. In diesen wird das Blut durch den Zutritt der Luft erneuert, giebt 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 Röhren und Bläschen bestehendes Organ, in welches durch die Luftröhre abwechselnd Luft aus- und einströmt. Die Luftröhre beginnt mit dem Kehlkopfe; der oberste Teil derselben ist äusserlich sichtbar (der sog. Adamsapfel). Im Innern des Kehlkopfes sind von vorne nach hinten, dicht neben einander zwei elastische, plattenartige Bänder aus-

¹⁾ Hermann, Lehrb. d. Physiol. 157.

gespannt, die sog. Stimmbänder, 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 Röhrcchen verzweigend. Die mikroskopisch kleinen Röhrcchen schliessen mit je einem kleinen ausgebuchteten Bläschen (Alveole) ab, das aus einem zarten Häutchen besteht, durch welches die Luft leicht diffundiert. Ausser den Luftröhrcchen 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 Luftröhrcchen in möglichst naher Berührung, so dass ein leichter Austausch der Gase ermöglicht ist. Die Kohlensäure des venösen Blutes steht unter einem grösseren Druck, als die in der Luft der Lungenröhrcchen; sie tritt daher leicht in die Lunge über, wogegen das seines Sauerstoffs beraubte Hämoglobin mit Begierde seinen Sauerstoffgehalt aus der Luft der Lungenröhrcchen wieder ersetzt.

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

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

4. Auch durch die Haut findet ein lebhafter Gaswechsel statt, den man als **Hautatmung** (Perspiration) bezeichnet. Auch bei dieser findet, wie bei der Lungenatmung, eine Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe statt; der Gasaustausch ist jedoch verschwindend klein gegen den der Lungen. Die Kohlensäureausscheidung beträgt nach Aubert¹⁾ etwa $\frac{1}{225}$ der pulmonalen (2—3 gr pro Tag). 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.

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,

¹⁾ Hermann, Lehrb. d. Phys. 116.

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 dazu, den Körper auf der Temperatur konstant zu erhalten, die für den Ablauf aller chemischen und physikalischen Vorgänge in ihm die beste ist; diese Temperatur liegt konstant bei 37° C. Da die den Körper umgebenden Medien (Kleider, Luft etc.) durchschnittlich niedriger temperiert sind als der Körper, so muss nach ganz allgemeinen physikalischen Überlegungen unser Organismus Wärme an die Umgebung abgeben. Fast die ganze im Körper produzierte Wärmemenge wird schliesslich auf diesem Wege nach aussen abgegeben.

Die Abgabe von Wärme geschieht 1. durch Strahlung von der Körperoberfläche; 2. durch Leitung, und zwar an den Körper berührende kältere Stoffe (Luft, Kleidung) oder an in den Körper aufgenommene Stoffe, die kälter sind als der Körper (eingeatmete Luft, Nahrung); 3. durch Verdunstung von Wasser durch die Lungen, von der Haut, und den festen und flüssigen Exkreten.

Die Ursachen, welche den Körper befähigen, eine so konstante Temperatur sowohl bei niedriger als bei höherer Aussentemperatur zu bewahren, sind in besonderen Vorrichtungen zu suchen, welche teils auf die Wärmeerzeugung, teils auf die Wärmeabgabe regulierend einwirken.

Als solche sind anzuführen¹⁾:

1. Kälte steigert, Wärme vermindert das Hungergefühl und die Neigung zu Bewegungen; vermehrte Nahrungszufuhr und hiedurch bedingte erhöhte Verdauungsthätigkeit

¹⁾ Hermann, Lehrb. d. Physiol. 252.

liefert
bildung
bunden
teils d
Teile
beweg
peratu

2
Mensch
ten W
Lokale
zu neh
verseh
zu ent

3
Erster
Füllun
reicher
mehrte

D
die in
wird v
Innern
ringer

B
die Lu
E
Wärme
jene W
seiner

P
Haut
Atem
Wärme

Röt

liefert aber mehr Wärme. Bewegung erhöht die Wärmebildung im Körper, einestheils durch die mit derselben verbundene Erhöhung der Wärmebildung im Muskel, anderenteils durch Reiben des Muskels und der durch ihn bewegten Teile an ihrer Umgebung. Auch unwillkürliche Muskelbewegungen (Schaudern, Zähneklappern) erhöhen die Temperatur.

2. Das Gefühl von Kälte und Wärme veranlasst den Menschen, sich in einem Falle mit warmen Kleidern (schlechten Wärmeleitern) zu umgeben, sich mehr in geheizten Lokalen aufzuhalten, warme Speisen und Getränke zu sich zu nehmen, im anderen Falle aber mit dünner Kleidung zu versehen, auch dem Körper künstlich (kalte Bäder) Wärme zu entziehen.

3. Wärme vermehrt die Herzthätigkeit und die Atmung. Erstere steigert die Blutzirkulation; es tritt eine stärkere Füllung der Blutgefäße ein, die Haut wird strotzend, wasserreicher und giebt nun durch Strahlung, Leitung und vermehrte Wasserverdunstung (Schweiss) mehr Wärme ab.

Die Kälte verengert die kleinen Gefäße der Haut und die in derselben verlaufenden Blutkapillaren. Der Haut wird weniger Blut, somit auch weniger Wärme aus dem Innern zugeführt, der Wärmeverlust muss somit ein geringerer sein.

Beschleunigtes Atmen erhöht die Wärmeabgabe durch die Lungen.

Ein Erwachsener entwickelt täglich etwa $2\frac{1}{2}$ Mill. Wärmeeinheiten (Kalorien); eine Wärmeeinheit nennt man jene Wärmemenge, welche nötig ist um 1 g Wasser in seiner Temperatur um 1° C. zu erhöhen.

Prozentisch verteilt sich die Wärmeabgabe wie folgt:

Haut	87.0	< Strahlung	71.5	} 23.2 %
		< Wasserverdunstung	15.5	
Atem	11.1	< Wasserverdunstung	7.7	
		< Erwärmung der Atemluft	3.4	
Wärmeabgabe in Kot und Urin			2.0	

Der Stoffwechsel des Gesamtorganismus unter verschiedenen Verhältnissen.

I. Ermittlung des Gesamtstoffverbrauchs.

Um die Grösse des Gesamtstoffverbrauchs eines Organismus zu ermitteln, bestimmt man die Einnahmen und Ausgaben desselben während einer gewissen Zeit, nach ihrer Menge sowohl wie nach ihrer elementaren Zusammensetzung. Die Differenz in Einnahme und Ausgabe bedeutet Gewinn oder Verlust des Körpers. Die bahnbrechenden Untersuchungen von Bischoff, v. Pettenkofer und v. Voit haben ergeben, dass der im Organismus verbrauchte Kohlenstoff grösstenteils in Form von Kohlensäure, durch Lunge und Haut, zum kleinen Teile in Form kohlenstoffhaltiger, organischer Verbindungen durch den Harn und Kot abgeschieden wird. Durch Addition des gasförmig ausgeschiedenen Kohlenstoffs ($\text{CO}_2 \times 0.273 = \text{C}$) und des durch Elementaranalyse gefundenen Kohlenstoffs in Harn und Kot erhält man also ein Maass für den Verbrauch an Kohlenstoff im Körper. Ist der Kohlenstoffgehalt der Einnahmen grösser als der der Ausgaben, so ist Kohlenstoff zum Ansatz gelangt; im umgekehrten Falle ist kohlenstoffhaltiges Material zu Verlust gegangen. Ob dies verlorene C-haltige Material Eiweiss oder Fett war, erfährt man durch gleichzeitige Bestimmung des ausgeschiedenen Gesamtstickstoffs. Eiweiss enthält 54% C und 16% N. Wurde z. B. (im Hungerzustand) nur Eiweiss zerstört, so muss sich die C-ausscheidung zur N-ausscheidung wie 54:16 oder 3.4:1 verhalten; ein Überschuss an C stammt von anderem C-haltigem, aber N-freiem Material, das nur Fett sein kann. Der im Körper verbrauchte Stickstoff erscheint zum weitaus grössten Teile im Harn wieder, ein geringer Teil findet sich im Kot. Durch Ermittlung des im Harn und Kot ausgeschiedenen N erhält man also ein Maass für den Verbrauch an N-haltigen Substanzen im Körper, ein Maass für die Grösse der Eiweisszersetzung. Wurde dem Organismus mehr N zugeführt, als ausgeschieden wurde, so fand ein Ansatz

Der Sto

von N
Eiweis
giebt d
Eiweis

v.
dern a
enthält

II.

1
D
ziehung
nun d
Sauers
weiter
schiebe
langsam
verzeh
v.
kräftig
Hunge

12.5 g
41.9 g
165.2 g
165.2 g
hatte
also a
78 g E

1)
Voit,
mann,
2)
3)

von N, von Eiweiss, im umgekehrten Falle ein Verlust an Eiweiss statt. Die N-Differenz mit 6.25 multipliziert ergibt die Menge des angesetzt oder zu Verlust gegangenen Eiweiss.

v. Voit berechnet die N-mengen nicht auf Eiweiss, sondern auf Muskelfleisch, welches durchschnittlich 3.4% N enthält; 1 g N entspricht somit ca. 30 g Fleisch.¹⁾

II. Einfluss der Nahrung auf den Stoffverbrauch.

1 Der Hunger.

Der tierische Organismus kann auch bei völliger Entziehung der Nahrung noch eine Zeitlang fortleben. Weil nun die Einnahmen des Körpers auf den eingeatmeten Sauerstoff beschränkt sind, die Zersetzungsprozesse aber weiter vor sich gehen und die verbrauchten Stoffe ausgeschieden werden, so tritt eine stetige, anfangs rasche, später langsamere Abnahme des Körpergewichtes ein; der Körper verzehrt sich selbst.

v. Pettenkofer und v. Voit²⁾ ermittelten bei einem kräftigen Arbeiter von 71 kg Körpergewicht für den ersten Hungertag folgenden Verlust:

im Harn:	12.5 g N und	5.8 g C
in der Respiration:	—	201.3 g C
= 12.5 g N und 207.1 g C		

12.5 g N = 78.1 g Eiweiss (= 370 g Fleisch), in denen 41.9 g C stecken. Es sind somit noch 207.1—41.9 = 165.2 g C übrig, die auf zerstörtes Fett zu verrechnen sind; 165.2 g C würden 214.76 g Fett entsprechen.³⁾ Ausserdem hatte der Körper 889 g Wasser abgegeben, so dass derselbe also am ersten Hungertage gelebt hatte auf Kosten von 78 g Eiweiss (370 g Fleisch), 215 g Fett und 889 g Wasser.

¹⁾ Näheres über die Feststellung des Stoffverbrauchs siehe: Voit, Phys. d. allg. Stoffwechsels p. 66; ferner: Munk u. Uffelmann, die Ernährung des gesunden u. kranken Menschen p. 11.

²⁾ Ztschr. f. Biologie 1866. II, 478 u. 1869. V, 369.

³⁾ Die Fette enthalten i. Mittel 76.5% C; $C \times \frac{100}{76.5}$ od. 1.3 = Fett.

Ranke¹⁾ wies bei einer anderen fettreichen Person für den 2. Hungertag einen Verlust nach von 50 g Eiweiss, 203.8 g Fett und 868 g Wasser.

Senator, Zuntz, Lehmann, J. Mupk und Fr. Müller²⁾ ermittelten bei dem 57 kg schweren, 10 Tage hungernden Cetti, welcher innerhalb dieser Zeit nur 12 l Wasser trank, einen Totalgewichtsverlust von 6.35 kg; der Stoffverbrauch stellte sich am

1. Tage	auf 88 g	Eiweiss,	160 g	Fett u.	1600 g	Wasser
5. „	„	69.4 g	„	141 g	„ u.	1900 g
10. „	„	61.4 g	„	126 g	„ u.	1500 g

Der Hungernde verliert also gleichmässig an Körpermasse, jedoch in den ersten Tagen mehr, wie in den späteren; der Verlust besteht der Hauptsache nach (etwa $\frac{2}{3}$) in Wasser, nur ein Drittel trifft auf Fett und Eiweiss und zwar wird 3—4mal mehr Fett zerstört wie Eiweiss. Nimmt der Hungernde Wasser zu sich, so ist der Verlust selbstredend nur auf Fett und Eiweiss beschränkt. Hunger ohne Wasseraufnahme wird schwerer vertragen als mit Wassergenuss. Bei fetten Personen ist der Eiweissverbrauch ein geringerer als bei mageren; Kinder, welche einen regeren Stoffwechsel haben, erliegen eher dem Hungertode als Erwachsene. Der Umstand, dass die N-ausscheidung in den ersten Hungertagen eine stärkere ist als in den folgenden Tagen, dass sie sogar auf ein Minimum herabsinkt, hat v. Pettenkofer und v. Voit zu der Annahme geführt, dass der Körper neben dem fester gebundenen „Organeiweiss“ noch je nach dem Eiweissgehalte der vorausgegangenen Nahrung mehr oder weniger „zirkulierendes“ Eiweiss enthalte; ist letzteres verbraucht, dann erst wird das fester gebundene Organeiweiss angegriffen, das schwerer zersetzt wird, infolgedessen die Grösse der N-ausscheidung abnimmt.

2. Alleinige Zufuhr von Eiweiss.

Eine gesteigerte Zufuhr von Eiweiss hat eine Steigerung der N-ausscheidung, also auch eine gesteigerte Eiweisszersetzung zur Folge.

¹⁾ Ranke, Ernährung des Menschen, 1876, 210.

²⁾ Berliner klin. Wochenschr. 1887, 425.

Voit¹⁾ fand bei Versuchen an einem Hunde:

Verzehrt.Fleisch pr. Tg. in Gramm	Harnstoffmenge im Tag in Gramm	Verzehrt.Fleisch pr.Tg. inGramm	Harnstoffmenge im Tag in Gramm
300	32	1500	106
500	40	1800	128
600	49	1900	139
800	56	2000	144
900	68	2200	154
1000	77	2500	173
1200	88	2660	181

War die 3fache Menge Eiweiss gegeben, so betrug die Harnstoffmenge das doppelte, war die 6fache Menge Eiweiss zugeführt, so steigt die Harnstoffabgabe auf das Vierfache.

Mit der vermehrten Eiweisszufuhr und hiedurch bedingten Steigerung der Eiweisszersetzung wird der Verlust des Körpers an Eiweiss, wie er beim Hunger stattfindet, immer geringer. Bei weiterer Steigerung der Eiweisszufuhr gelangt man schliesslich zu einem Punkte, wo die eingeführte Menge gerade genügt, den Verlust aufzuheben. Bei Darreichung dieser Eiweissmenge befindet sich der Körper im Stickstoffgleichgewicht. Wird nun noch mehr Eiweiss zugeführt, so wird ein Teil des überschüssigen Eiweiss im Körper angesetzt. Um bei ausschliesslicher Zufuhr von Eiweiss den Eiweissverlust zu decken, bedarf der Körper nach Voit's Untersuchungen mindestens $2\frac{1}{2}$ mal so viel Eiweiss, als er im Hungerzustande zerstört hatte.

Die Grösse der Eiweisszufuhr bestimmt aber nicht ausschliesslich den Eiweissumsatz; auch der Körperzustand ist von Einfluss auf die Eiweisszersetzung. Ist der Körper infolge vorhergehender starker Eiweisszufuhr reich an Eiweiss geworden, so muss ihm zur Deckung des Eiweissverlustes mehr Eiweiss zugeführt werden, als wenn er durch vorhergegangene spärliche Fleischzufuhr eiweissarm geworden war. Ein Versuch von Voit zeigt dies:

¹⁾ Voit, Ztschr. f. Biologie 1867. III. 5; v. Voit, Physiol. d. allg. Stoffwechsels, 105.

Fleischzufuhr	Fleisch		vorausgegangen
	verbraucht	am Körper	
1500	1599	- 99	2000 g Fleisch
1500	1467	+ 33	1500 g Fleisch
1500	1267	+ 233	Hunger
1500	1186	+ 314	eiwearmses Futter

Der Tierkörper hat die Neigung, seinen Eiweisszerfall der Eiweisszufuhr anzupassen; mit den verschiedensten Eiweissmengen kann Stickstoffgleichgewicht erzielt werden.

Ganz gleichgiltig, ob die am ersten Tage gegebene Fleischmenge einen Verlust oder einen Ansatz von Eiweiss zur Folge hatte, nimmt bei weiterer Zufuhr derselben Eiweissmenge der Verlust oder Ansatz so lange ab, bis Zufuhr und Zersetzung gleichgeworden sind. Es giebt aber für jeden Organismus eine obere und eine untere Grenze, über welche bzw. unter welche hinaus dieser Gleichgewichtszustand nicht mehr möglich ist. Die obere Grenze ist in der Aufnahmefähigkeit des Darms für Eiweiss gegeben; die untere Grenze wechselt je nach dem Körperzustand des Tieres; sie ist abhängig von der Eiweissmasse am Körper und ist erreicht, wenn das stabile Material, das Organeiwiss angegriffen wird. Ausserdem ist die untere Grenze der Eiweisszufuhr von dem Fettbestande des Körpers wesentlich abhängig; ein fettreicher Körper gebraucht zur Erreichung des Stickstoffgleichgewichtszustandes weniger Eiweiss als ein fettarmer.

Eine Steigerung der Eiweisszufuhr bedingt nicht einen äquivalenten, andauernden Eiweissansatz, da mit der erhöhten Aufnahme von Eiweiss sofort die Zersetzung wächst. Wird dem Körper mehr Eiweiss zugeführt, als er zur Erhaltung des Gleichgewichtszustandes nötig hat, so erfolgt zwar in den ersten Tagen ein Eiweissansatz; derselbe wird aber immer geringer, bis wieder das Gleichgewicht eingetreten ist. Man kann daher durch keine, auch noch so grosse Eiweiss-(Fleisch-)Zufuhr einen Eiweissansatz auf die Dauer erzielen, eine Mästung an Fleisch bewirken.

Der St

Falsch
Notwe
erhöht
den E
eine g
D
verlie
gröss
ger s
bei se
satz
dies e
Period
reichte

Nr.	I v
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	

D
Zerset
und 8)
eiweiss
Körper
steiger
Gleich
die Ze
gewich
obigen
stoffver

1)

Falsch ist es jedoch hieraus zu schliessen, eine über das Notwendige hinausgehende Eiweisszufuhr sei ein Luxus; die erhöhte Eiweisszufuhr vermehrt die Menge des zirkulierenden Eiweiss und bedingt einen grösseren Stoffumsatz und eine grössere Leistungsfähigkeit des Körpers.

Durch kleinere, ungenügende Gaben von Fleisch verliert der Körper neben Eiweiss auch Fett; grössere Eiweisszufuhr vermindert den beim Hunger stattfindenden Verbrauch an Eiweiss und Fett; bei sehr grossen Fleischgaben kann sogar Fettansatz erfolgen. v. Pettenkofer und v. Voit¹⁾ haben dies experimentell bewiesen, indem sie in 8 verschiedenen Perioden einem Hunde ansteigende Fleischmengen verabreichten, wobei sie folgende Werte erhielten:

Nr.	Fleisch verzehrt	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Kohlensäure	Sauerstoff aufgenommen.	Sauerstoff nötig
1.	0	165	- 165	- 95	327	330	329
2.	500	599	- 99	- 47	356	341	332
3.	1000	1079	- 79	- 19	463	453	398
4.	1500	1499	+ 1	+ 29	482	435	426
5.	1500	1500	0	+ 4	547	487	477
6.	1800	1757	+ 43	+ 1	656	—	592
7.	2000	2044	- 44	+ 58	604	517	524
8.	2500	2512	- 12	+ 57	783	—	688

Diese Zahlen zeigen zunächst, dass Eiweisszufuhr und Zersetzung gleichen Schritt halten, ja dass sogar (in No. 7 und 8) bei sehr hoher Zufuhr noch ein geringer Teil Organ-eiweiss zersetzt ist. Bei kleinen Gaben von Fleisch hat der Körper Eiweiss und Fett verloren; der Verlust wird mit steigender Zufuhr geringer und erreicht bei 1500 g das Gleichgewicht; bei noch grösseren Fleischgaben wächst wieder die Zersetzung von Eiweiss bis zum abermaligen Gleichgewicht, während Fett im Körper abgelagert wird. Aus obigen Zahlen ist weiterhin noch ersichtlich, dass der Sauerstoffverbrauch mit der Menge des verzehrten Fleisches wächst,

¹⁾ Ztschr. f. Biol. 1871. VII, 439.

dass also in den Körper nicht stets die gleiche Menge Sauerstoff eintritt, sondern dass sich der Körper den zur Verbrennung nötigen Sauerstoff nach Bedarf aus der Luft herbeiholt.

Die vorstehend geschilderten Verhältnisse sind an Hunden studiert; über den Stoffverbrauch des Menschen bei ausschliesslicher Eiweiss-(Fleisch-)nahrung liegt nur ein Versuch vor, der von J. Ranke¹⁾ angestellt wurde; das Resultat war folgendes:

Einnahmen:		
in 1832 g Fleisch:	62.3 g N und	229.4 g C
in 70 g Fett:	—	50.7 g C
		62.3 g N und 280.1 g C
Ausgaben:		
in 2073 cc Harn:	40.9 g N und	18.0 g C
im Koth:	3.3 g N und	14.9 g C
in der Atmung:	—	231.2 g C
		44.2 g N und 264.1 g C
also im Körper verblieben:	18.1 g N und	16.0 g C

18.1 g N = 113.1 g Eiweiss = 532 g Fleisch wurden somit im Körper angesetzt. 113 g Eiweiss verlangen zu ihrer Bildung (neben 18 g N) 60.6 g C; da aber nur 16 g C zur Verfügung stehen, muss der Körper 44.6 g C = 58 g Fett hergegeben haben. Das Körpergewicht hatte nach Beendigung des Versuchs 146 g abgenommen, so dass also ausser Fett auch noch Wasser zu Verlust gegangen war.

Nach diesem Versuch würde der Mensch bei ausschliesslicher Fleischkost an seinem stofflichen Bestande einen Verlust erleiden; allein es ist doch wohl wahrscheinlich, dass bei reichlicher Fleischkost der menschliche Körper nach einigen Tagen sich ebenso in das N- und C-Gleichgewicht setzen würde, wie das beim Hunde der Fall ist. Ausserdem ist der Versuch Ranke's nicht ganz einwandfrei, da derselbe an einem fettreichen Körper ausgeführt wurde, welcher

¹⁾ J. Ranke, d. Ernährung d. Menschen 1876, 224; Munk u. Uffelman n. l. c. 33.

nicht alles Fleisch zersetzt (nur 1200 g, entsprechend den im Harn ausgeschiedenen 40.9 g N). Je fettreicher der Körper ist, desto weniger Eiweiss wird zerstört; da die Zersetzungsfähigkeit der Zellen des Körpers durch die Zersetzung geringer Mengen Eiweiss nicht erschöpft ist und bei ausschliesslicher Fleischkost anderweitig zersetzbare Stoffe nicht vorhanden sind, wird das am Körper befindliche Fett angegriffen¹⁾.

Es ist daher wohl kaum zweifelhaft, dass bei einem fettärmeren Menschen mehr oder alles Eiweiss zersetzt und der Körper bei ausschliesslicher Fleischnahrung auf seinem stofflichen Bestande erhalten werden kann; allein der Verdauungsapparat des Menschen ist solcher Kost nicht angepasst; er könnte die zu seiner völligen Ernährung nötigen Fleischmassen (täglich ca. 4 Pfund Fleisch) nicht bewältigen und würde sehr bald Widerwillen gegen diese Kost empfinden. Der Mensch bedarf einer gemischten Kost, welche neben Eiweiss noch Fett und Kohlehydrate enthält.

3. Zufuhr von Pepton.

v. Voit ist der Ansicht, dass das dargereichte Pepton im Körper vollständig zerstört wird und kein Ansatz von Eiweiss daraus erfolgt, dass es aber durch seine Zerstörung den Zerfall des Eiweisses in den Zellen und Geweben fast ganz oder ganz aufheben kann und dass dann nur so viel Eiweiss vom Organismus abgegeben wird, als in den abgestossenen organisierten Gebilden enthalten ist.

Nach den neueren Untersuchungen von Zuntz, Politzer, Gerlach und E. Pfeiffer scheint es jedoch sicher, dass die Albumosen und Peptone Stickstoffansatz bewirken und deshalb, wenigstens auf kurze Zeit — die Versuche erstreckten sich auf 10—15 Tage — in jeder Beziehung die gewöhnliche Eiweissnahrung vertreten können. Ob dieses auf die Dauer möglich ist, darf man wohl mit Recht bezweifeln, weil sich sehr bald Widerwille und Reizungserscheinungen des Darmes bei den Versuchstieren geltend

¹⁾ J. Munk, Berl. klin. Wochenschr. 1885, No. 13.

machten. Immerhin dürften die leicht resorbierten Peptonpräparate neben anderen Stoffen als Nahrung für Kranke von nicht zu unterschätzendem Nutzen sein.

4. Zufuhr von Leim und leimgebenden Geweben.

Die Rolle, welche der Leim und die leimgebenden Gewebe beim Stoffumsatz spielen, ist folgende: Der N des Leims wird selbst bei den grössten Gaben vollständig wieder ausgeschieden, es erscheint sogar in den Exkreten etwas mehr N, als im Leim enthalten war. Der Leim schützt sonach die Eiweissstoffe (das zirkulierende Eiweiss) vor Zerfall, vermag jedoch nicht den Körper völlig vor Eiweissverlust zu bewahren oder gar Organeisweiss zum Ansatz zu bringen; er wirkt eiweissersparend; zur Erhaltung des Eiweissbestandes muss der Nahrung immer etwas Eiweiss zugefügt werden¹⁾. Die leimgebenden Gewebe wirken ebenfalls eiweissersparend, sind aber auch nicht imstande, den Eiweissverlust des Körpers ganz zu verhüten und das Eiweiss völlig zu ersetzen²⁾.

Durch die Einwirkung des Leims wird nicht nur das Eiweiss, sondern auch das Fett vor Zersetzung geschützt³⁾.

5. Stoffverbrauch bei alleiniger Zufuhr von Fett oder Kohlehydraten.

a) Zufuhr von Fett.

Im Hungerzustande verliert der Körper beständig Eiweiss und Fett (neben Wasser); wird nun einem hungernden Tiere ausschliesslich Fett gegeben, so wird dadurch der Eiweissverlust des Körpers nicht aufgehoben; die Eiweisszerstörung geht ziemlich unverändert weiter; es tritt kaum eine Verminderung, bei grösseren Fettgaben sogar eine kleine Vermehrung des Eiweisszerfalles ein. Durch die Fettzufuhr wird auch der Verbrauch des Fettes nicht beeinflusst, doch tritt für den Fettverlust des Körpers das zugeführte, vom Darm resorbierte Fett ein; wird reichlich Fett gegeben, so

¹⁾ Bischoff u. Voit, Gesetze der Ernährung des Fleischfressers 1860, 215; Voit, Ztschr. f. Biologie 1872. VIII, 297.

²⁾ Etzinger, Ztschr. f. Biol. 1874. X, 97; Voit, Ztschr. f. Biol. 1874. X, 212.

³⁾ Pettenkofer u. Voit, Ztschr. f. Biol. 1872. VIII, 371.

wird die Fettabgabe vom Körper verhütet; wird mehr Fett gegeben, als verbraucht wird, so kann sogar Fettansatz erfolgen, so dass bei ausschliesslicher Fütterung mit Fett Ansatz von Fett neben Fleischverlust auftreten kann. Auffallend ist dabei, dass bei Aufnahme von überschüssigem Fett sowohl der Eiweiss- wie auch der Fettverbrauch gesteigert wird¹⁾.

b) Zufuhr von Kohlehydraten.

Auch durch ausschliessliche Zufuhr von Kohlehydraten kann ein Eiweissverlust des Körpers nicht verhindert werden. Zwar wird etwas weniger Eiweiss zersetzt wie beim Hunger, aber der Zerfall desselben hört selbst bei den grössten Gaben von Kohlehydraten nie ganz auf. Die Fettabgabe wird jedoch allmählig geringer, bis zuletzt bei einer gewissen Menge von Kohlehydraten kein Fett mehr vom Körper abgegeben wird; bei sehr reichlicher Darreichung von Kohlehydraten kann, ebenso wie bei reichlicher ausschliesslicher Fettzufuhr, sogar ein geringer Fettansatz sich einstellen²⁾.

Die von J. Ranke³⁾ beim Menschen angestellten Versuche ergaben dasselbe Resultat, wie die Tierversuche.

6. Zufuhr von Eiweiss und Fett⁴⁾. a) Eiweissumsatz.

Es ist bereits früher gesagt, dass bei ausschliesslicher Zufuhr von Eiweiss die Eiweisszersetzung in einem fettreichen Körper eine geringere sei, als in einem fettarmen. Ebenso wie das Körperfett wirkt das Nahrungsfett; dieses wie jenes vermindert die Eiweissabgabe vom Körper, wirkt also eiweissersparend und ermöglicht einen Eiweissansatz. Die Ersparnis im Eiweissumsatz durch Zugabe von Fett beträgt nach Voits Berechnung im Mittel 7⁰/₀, sie kann jedoch bis zu 15⁰/₀ gesteigert werden.

¹⁾ Voit, Ztschr. f. Biologie 1879. V, 329; Pettenkofer u. Voit, ebenda, 383.

²⁾ Voit, Ztschr. f. Biol. 1869. V, 431; Pettenkofer u. Voit, ebenda 435.

³⁾ J. Ranke, d. Ernährung des Menschen, München, 1876, 220.

⁴⁾ Bischoff u. Voit, d. Gesetze d. Ernährung 97; Voit, Ztschr. f. Biologie 1869. V, 329; Pettenkofer u. Voit, das. IX, 1.

Folgende Versuchsreihe von Voit mag zur Erläuterung dienen:

Nahrung		Fleisch	
Fleisch	Fett	zersetzt	am Körper
1500	—	1512	— 12
1500	150	1474	+ 26
500	—	556	— 56
500	100	520	— 20
500	—	522	— 22
500	300	456	+ 44

Bei ausschliesslicher Fleisch-(Eiweiss-)kost bedarf der Körper zur Erzielung des N-gleichgewichtes sehr grosser Mengen von Eiweiss; wird aber dem Fleisch Fett zugegeben, so tritt das N-gleichgewicht schon bei einer viel geringeren Eiweisszufuhr ein, als bei alleinigem Genuß von Eiweiss. Hunde, welche zur Erhaltung ihres Eiweissbestandes 1000—1200 g Fleisch bedürfen, kommen auch in das N-gleichgewicht, wenn ihnen nur die Hälfte Fleisch, daneben aber 100—120 g Fett gereicht wird.

Rubner¹⁾ konstatierte das gleiche Verhältnis beim Menschen.

Durch mittlere Fettgaben bei mittleren bis grossen Gaben Eiweiss lässt sich Eiweissansatz erzielen; bei gleicher Fettgabe wird durch mittlere Fleischgabe ein fast ebenso grosser Fleischansatz erzielt, als durch die doppelte oder dreifache Menge Fleisch. Nachstehende Zahlen Voits lassen dies deutlich erkennen.

Nahrung		Fleisch	
Fleisch	Fett	Umsatz	Ansatz
450	250	344	106
1000	250	875	125
1500	250	1381	119

¹⁾ Ztschr. f. Biologie 1879. XV, 122.

β) Fettumsatz. Über das Verhalten des Fettumsatzes bei Zufuhr von Eiweiss und Fett giebt uns folgende Versuchsreihe von Pettenkofer und Voit¹⁾ Aufschluss.

No.	Nahrung		Änderungen am Körper			
			Fleisch		Fett	
	Fleisch	Fett	zersetzt	a. Körper	zersetzt	a. Körper
1.	400	200	450	— 50	159	+ 41
2.	500	100	491	+ 9	66	+ 34
3.	500	200	517	— 17	109	+ 91
4.	800	350	635	+ 165	136	+ 214
5.	1500	30	1457	+ 43	0	+ 32
6.	1500	60	1501	— 1	21	+ 39
7.	1500	100	1402	+ 98	9	+ 91
8.	1500	100	1451	+ 49	0	+ 109
9.	1500	150	1455	+ 45	14	+ 136

Man ersieht aus dieser Zusammenstellung, dass das aus der Nahrung stammende Fett in sehr grossen Mengen umgesetzt werden kann und zwar umsomehr, je mehr zugeführt wird (No. 2 und 3); der grösste Fleisch- und Fettansatz wird bei mittelgrossen Gaben von Fleisch und grossen Fettgaben erzielt (No. 4). Die Versuche, in denen sehr grosse Fleischmengen (1500 g) neben wechselnden kleineren oder grösseren Mengen Fett gegeben wurden (No. 5—9), zeigen, dass von dem Kohlenstoff der Nahrung nahezu so viel im Körper zurückbleibt, als im Fett aufgenommen wurde; es ist demnach wohl der Schluss gerechtfertigt, dass das Fett als solches im Körper abgelagert, dafür aber der Kohlenstoff des zersetzten Eiweisses ausgeschieden wird. Das Eiweiss bezw. der aus dem Eiweiss sich abspaltende, C-reiche Anteil, muss leichter im Körper zu Kohlensäure und Wasser zerfallen, als das Fett der Nahrung.

Ebenso wie das Fett wirken die Fettsäuren²⁾ und wahrscheinlich auch das Glycerin auf den Eiweisszerfall.

¹⁾ Ztschr. f. Biol. 1873. IX, 30.

²⁾ J. Munk. Verh. d. phys. Ges. zu Berlin 1879, 94; Arch. f. pathol. Anat. 1880, 10.

7. Zufuhr von Eiweiss und Kohlehydraten¹⁾.

Die Kohlehydrate bewirken, wie der Leim und das Fett, eine Ersparnis im Eiweiss- und Fettverbrauch. Über den Eiweissumsatz bei gleichzeitiger Zufuhr von Kohlehydraten giebt uns folgende Versuchsreihe von Voit Aufklärung:

Nahrung		Fleisch	
Fleisch	Kohlehydrate	zersetzt	am Körper
500	—	546	— 46
500	250	475	+ 25
1500	—	1599	— 99
1500	200	1454	+ 46
2000	—	1991	+ 9
2000	250	1792	+ 208

Demnach ist bei Zufuhr von Kohlehydraten eine bedeutend geringere, ja eine an sich ungenügende Fleischmenge im stande, den Körper auf seinem Eiweissbestande zu erhalten; es ist sogar ein Fleischansatz ermöglicht. Eine ausreichende Menge Eiweiss (2000 g) mit gleichzeitiger Gabe von Kohlehydraten kann einen sehr beträchtlichen Fleischansatz zur Folge haben. Giebt man mittlere Eiweissmengen und viel Kohlehydrate, so währt der Fleischansatz längere Zeit fort. Die Ersparung von Eiweiss durch Kohlehydrate beträgt im Mittel 9⁰/₀.

Jede Vermehrung der Kohlehydrate bei gleicher Eiweisszufuhr hat eine Herabsetzung der Eiweisszersetzung zur Folge. (Steigende Fettgaben bei gleicher Eiweisszufuhr vermindern die Eiweisszersetzung nicht konstant, können dieselbe sogar erhöhen.)

¹⁾ Voit, Ztschr. f. Biologie 1869. V, 431; Pettenkofer u. Voit das. 1873. IX, 435.

Nahrung		Fleisch	
Fleisch	Kohlehydrate	zersetzt	am Körper
500	100	537	- 37
500	200	505	- 5
500	300	466	+ 34

Die eiweissersparende Kraft der Kohlehydrate ist grösser als die der Fette:

Nahrung		Fleisch	
Fleisch	N-freie Nahrung	zersetzt	am Körper
500	250 Fett	558	- 58
500	200 Kohlehydrate	505	- 5
500	300 "	466	+ 34
800	250 "	745	+ 55
800	200 Fett	773	+ 27
2000	250 Kohlehydrate	1792	+ 208
2000	250 Fett	1883	+ 117

Neben der Nahrungszufuhr ist auch der Körperzustand bestimmend für den Eiweissumsatz; ein eiweissreicher Körper bedarf grösserer Mengen von Eiweiss und Kohlehydraten, als ein eiweissarmer; der Eiweissumsatz ist abhängig von der Grösse der vorausgegangenen Eiweisszufuhr¹⁾.

Nahrung		Nahrung vorher		Fleischumsatz
Fleisch	Kohlehydrate	Fleisch	Kohlehydrate	
500	200	500	200	528
500	200	750	150	623
500	200	1500	0	712
700	150	1700	0	773
700	150	1930	0	1014

¹⁾ Voit, Phys. d. allg. Stoffwechsels, 141.

Inwieweit der Fettumsatz bei gleichzeitiger Zufuhr von Eiweiss und Kohlehydraten beeinflusst wird, zeigen folgende Versuche von Pettenkofer und Voit¹⁾.

Nr.	Nahrung		Änderung am Körper		Ausgeschied. Kohlensäure
	Fleisch	Kohlehydr.	Fleisch	Fett	
1.	400	227	+ 7	- 25	538
1.	400	344	- 13	+ 39	578
2.	500	167	- 68	+ 20	416
2.	500	182	- 37	+ 16	444
3.	800	379	+ 192	+ 55	664
4.	1500	172	+ 25	+ 43	679
5.	1800	379	+ 331	+ 112	841

Die Kohlehydrate vermindern demnach nicht nur die Eiweisszersetzung, sondern auch die Fettzersetzung; sie können den Fettverlust vom Körper verhüten und sogar Fettansatz bewirken.

In Bezug auf die Mengenverhältnisse, in denen sich die gleichwirkenden Fette und Kohlehydrate vertreten, war man zu verschiedenen Zeiten verschiedener Ansicht. J. von Liebig war der Ansicht, dass die Kohlehydrate und Fette sich in den Mengen ersetzen, in denen sie Sauerstoff gebrauchen, um zu Kohlensäure und Wasser oxydiert zu werden; nach ihm waren 100 T. Fett gleichwertig mit 240 T. Kohlehydraten. Pettenkofer und Voit²⁾ leiteten später aus ihren Versuchen ab, dass 100 T. Fett äquivalent seien 175 T. Kohlehydrate. Die neueren Untersuchungen von Rubner³⁾, ferner von Th. Pfeiffer und F. Lehmann⁴⁾ haben jedoch die Richtigkeit der Liebig'schen Anschauung dargethan. Fett und Kohlehydrate vertreten sich in dem Verhältnis, wie sie bei der Oxydation Wärme liefern;

¹⁾ Pettenkofer u. Voit, Ztschr. f. Biologie 1873. IX, 505.

²⁾ Ztschr. f. Biol. 1873. IX, 534.

³⁾ Ztschr. f. Biol. XIX, 312.

⁴⁾ Journ. f. Landw. 1886. 34, 379.

100 T. Fett sind in Bezug auf die Verhütung des Fettverlustes bezw. die Erzielung von Fettansatz gleichwertig mit 240 T. Kohlehydraten.

8. Zufuhr von Wasser.

Eine reichliche Aufnahme von Wasser bringt unter sonst gleichen Verhältnissen in der Mehrzahl der Fälle eine grössere N- oder Harnstoffausscheidung hervor. Voit¹⁾ teilt folgenden Versuch mit, den er mit einem Hunde ausführte, nachdem das Tier durch bestimmte Eiweissnahrung in Stickstoffgleichgewicht gebracht war

Einnahme		Harnmenge	Harnstoff
Fleisch	Wasser		
200	0	256	28.3
0	0	177	16.7
230	0	250	28.0
0	1957	742	21.3

Die Harnstoffmenge ist hier um 4.6 g = ca. 25⁰/₁₀ gestiegen. Forster²⁾ spritzte einem Hungerhunde am 8. Tage nach Eintritt gleichmässiger Stickstoffausscheidung 3 Liter Wasser in den Magen; er erhielt folgende Zahlen:

	Harnmenge	Harnstoff.
3. Tag	260	17.2
4. "	226	15.1
5. "	198	12.8
6. "	177	12.6
7. "	171	12.1
8. "	2010	22.9
9. "	385	14.9
10. "	343	18.6
11. "	255	18.4

¹⁾ Voit, Untersuchungen üb. d. Einfluss des Kochsalzes 1860, 61.

²⁾ Ztschr. f. Biologie 1878. XIV, 175.

Es stieg also die Harnmenge von 171 cc auf 2010 cc, die Harnstoffmenge von 12.1 g auf 22.9 g.

Eine stärkere Wasseraufnahme steigert die N- (Harnstoff-) Ausscheidung nur dann, wenn sie die Harnmenge vermehrt, nicht wenn sie zum Ersatz von Wasserverlust durch starke Anstrengung oder hohe Temperatur der Luft (Schweiss) dient.

Die vermehrte Harnstoffabscheidung nach Aufnahme grösserer Wassermengen lässt sich auf zweierlei Art deuten. Einmal kann sie von beschleunigter Wegführung vorhandenen Harnstoffs herrühren; sie kann aber auch durch verstärkten Eiweisszerfall bedingt sein. Erstere Ansicht ist von Bidder und Schmidt¹⁾, von Oppenheim²⁾, und Jacques Mayer³⁾ vertreten; ist diese Ansicht richtig, so muss, wenn die Wasserzufuhr aufhört und die Harnmenge wieder normal geworden ist, auch die Harnstoffausscheidung wieder auf ihren normalen Stand zurückgehen. Hat aber die durch fortgesetzte Wasserzufuhr bewirkte Vermehrung der Harnmenge auch eine andauernde Harnstoffsteigerung zur Folge, oder zeigt sich nach einmaliger grösserer Wasseraufnahme noch längere Zeit eine vermehrte Harnstoffabscheidung (siehe Forster's Versuch), so ist wohl anzunehmen, dass diese Steigerung von vermehrtem Eiweisskonsum herrührt. Voit⁴⁾ hält letztere Ansicht für erwiesen, bestreitet jedoch nicht, dass auch etwa gleichzeitig in geringem Grade eine Ausspülung von Harnstoff stattfindet.

Über die Wirkung reichlicher Zuführung von Wasser auf den Fettverbrauch ist nichts sicheres bekannt.

9. Zufuhr einiger Salze.

Die Wirkung einer Zugabe von Kochsalz auf den Stoffumsatz hat Voit⁵⁾ in einer 49tägigen Fütterungsreihe mit 1500 g Fleisch bei Zusatz von 0—20 g Kochsalz studiert. Derselbe erhielt folgende Werte:

¹⁾ Bidder u. Schmidt, d. Verdauungssäfte u. d. Stoffwechsel 1852, 312. 343.

²⁾ Arch. f. d. ges. Physiol. 1880, XXII, 49.

³⁾ Centralbl. f. d. med. Wiss. 1880, No 15.

⁴⁾ Voit, Physiol. d. allgem. Stoffwechsels, 156.

⁵⁾ Voit, Unters. üb. d. Einfluss d. Kochsalzes etc. 1860, 29—66.

Kochsalz	Harnstoff
0	107.4
5	109.5
10	110.9
20	112.8

Mit der Kochsalzmenge steigt also die Menge des Harnstoffs, wengleich nicht sehr beträchtlich ($- 5\%$).

Dehn) hat nach Aufnahme von 2 g Chlorkalium an sich selbst ebenfalls eine Harnstoffvermehrung von 4 g nachgewiesen. Auch Weiske²⁾ konstatierte an Hammeln bei wachsender Salzzufuhr eine gesteigerte Stickstoffausscheidung im Harn.

Weil ein grösserer Kochsalzgenuss das Bedürfnis nach grösserer Wasseraufnahme nach sich zieht, so könnte es zweifelhaft erscheinen, ob die Steigerung der Harnstoffabscheidung eine Folge der vermehrten Harnabgabe (Diurese), oder die direkte Wirkung des genossenen Salzes als solches ist. Voit hat indessen nachgewiesen, dass schon bei alleiniger Einführung von Kochsalz, ohne Wasseraufnahme, fast ebenso viel Harn abgeschieden wird, als wenn Wasser gegeben wird; der verstärkte Wasserstrom kann daher eine bessere Auslaugung des Harnstoffs bewirken. Andererseits muss aber aus dem 49 Tage lang fortgeführten Versuch Voit's, bei welchem andauernd mehr Harnstoff ausgeschieden wurde, wohl geschlossen werden, dass die Salzzufuhr auch eine Steigerung des Eiweissumsatzes nach sich zieht.

Ob Kochsalzgaben auf den Fettumsatz einwirken, ist nicht bekannt. Ähnlich wie das Kochsalz wirken: Glaubersalz (Voit³⁾, Salmiak (Rabuteau⁴⁾, Feder⁵⁾, Knie-riem⁶⁾, Salkowski⁷⁾, Adamkiewicz⁸⁾, Salpeter, essig-

¹⁾ Arch. f. d. ges. Physiol. 1876. XIII, 367.

²⁾ Journ. f. Landw. 1874, 370.

³⁾ Ztschr. f. Biologie 1865. I, 195.

⁴⁾ Union médicale 1871, 325.

⁵⁾ Sitzungsber. d. bayr. Akad. math. phys. G. 1876; Ztschr. f. Biol. 1877, 256 u. 1878, 161.

⁶⁾ Ztschr. f. Biol. 1874. X, 269; 1877. XIII, 36.

⁷⁾ Centralbl. f. d. med. Wiss. 1875, 913; Ztschr. f. physiol. Chem. 1877, 47.

⁸⁾ Arch. f. pathol. Anatomie 1879.

saures und phosphorsaures Natron (Salkowski¹⁾, Borax (M. Gruber²⁾, Benzoësäure (E. Salkowski³⁾, Salicylsäure und deren Salze (Wolfsohn, C. Virchow⁴⁾).

Sämtliche vorgenannte Substanzen bewirken eine mehr oder weniger grosse Steigerung der Eiweisszersetzung.

10. Einfluss des Alkohols und einiger Alkoloide.

Nach den Beobachtungen von A. P. Fokker⁵⁾ und J. Munk⁶⁾, welche mit Hunden im N-gleichgewichtszustande arbeiteten, vermindern kleine und mittlere Gaben von Alkohol den Eiweisszerfall um 6—7⁰/₁₀; grössere Dosen jedoch, welche Betäubung hervorrufen, steigern die Eiweisszersetzung um 4—10⁰/₁₀.

Nach Boeck und Bauer⁷⁾ bewirken kleinere Dosen bei Hunden eine Verminderung des Sauerstoffverbrauchs um 18⁰/₁₀ und der Kohlensäureabgabe um 20⁰/₁₀; grössere Dosen, die jedoch noch nicht betäubend waren, hatten eine Steigerung beider Werte um 12—34⁰/₁₀ zur Folge. Auch G. Bodländer⁸⁾ beobachtete eine Herabsetzung des Sauerstoffverbrauchs und Abnahme der CO₂-ausscheidung, Geppert⁹⁾ dagegen konnte keine nennenswerte Änderung der Sauerstoffaufnahme und CO₂-ausscheidung beobachten. Füth¹⁰⁾ konstatierte eine ziemlich beträchtliche Abnahme beider. Parkes und Wollawicz¹¹⁾ sahen beim Menschen bei kleinen Gaben eine appetitanregende Wirkung, bei grösseren eine den Appetit vermindernde; einen Einfluss auf

¹⁾ Ztschr. f. physiol. Chem. 1877, 46; 1878, 395; Archiv f. pathol. Anatomie 1877, 500.

²⁾ Ztschr. f. Biologie 1880. XVI, 198.

³⁾ Ztschr. f. physiol. Chem. I, 45.

⁴⁾ Wolfsohn, Inaug. Diss. Königsberg 1876; Ztschr. f. physiol. Chem. VI, 78.

⁵⁾ Nederlandsch. Tijdschrift voor Geneeskunde; 1871, 125.

⁶⁾ Verh. d. physiol. Ges. zu Berlin, 1878/79, Nr. 6.

⁷⁾ Ztschr. f. Biolog. 1874. X, 361.

⁸⁾ Ztschr. klin. Med. XI, 548.

⁹⁾ Arch. f. experim. Pathologie XXII, 367.

¹⁰⁾ Füth, Einfl. d. Weingeistes auf die Sauerstoffaufnahme. Diss. 1885.

¹¹⁾ Proceedings of the Roy. Society 18, 362 u. 19, 73.

den Eiweissumsatz konnten sie nicht nachweisen. Obernier¹⁾ beobachtete nach kleiner Alkoholgabe eine Verminderung der Harnstoffausscheidung.

Die Wirkung des Alkohols scheint demnach wenig sicher festgestellt.

Über die Wirkung des Koffeins, des wirksamen Prinzips des Kaffees und des Thees, hat Voit²⁾ mitgeteilt, dass in keinem Falle eine irgendwie in Betracht kommende Änderung des Eiweissverbrauchs konstatiert werden konnte; es trat eher eine geringe Vermehrung, als eine Verminderung des Verbrauchs ein. Voit leitet diese Vermehrung von dem Stickstoffgehalt des Kaffees her.

E. Roux³⁾ und A. Dehn⁴⁾ haben bei Versuchen am Menschen eine geringe Steigerung der Harnstoffausscheidung beobachtet; Rabuteau⁵⁾ dagegen will eine Verminderung der Harnstoffabgabe gesehen haben.

Ohne Zweifel bringen Kaffee und Thee im Organismus eine Änderung hervor, die das Nervensystem anregt, ohne dass sie den Stoffverbrauch wesentlich alterieren.

11. Einfluss der Muskelthätigkeit. Arbeit und Ruhe. Quelle der Muskelkraft.

Die Erfahrungen des täglichen Lebens zeigen, dass jede Muskelanstrengung einen grösseren Stoffverbrauch im Körper nach sich zieht; der experimentelle Beweis für diese Thatsache wurde zuerst von Lavoisier und Seguin⁶⁾, später von Vierordt⁷⁾ und von Scharling⁸⁾ geliefert. Die beiden erstgenannten Forscher haben nachgewiesen, dass beim arbei-

¹⁾ Arch. f. d. ges. Physiol. II, 508.

²⁾ Voit, Unters. üb. d. Einfluss des Kochsalzes, des Kaffees etc. 1860, 67.

³⁾ Compt. rend. 1873, 77, 365.

⁴⁾ Dehn, Üb. d. Ausscheidung der Kalisalze. Inaug. Diss. Rostock 1876.

⁵⁾ Compt. rend. 1870. 71, 426 u. 732; 1873. 77, 489.

⁶⁾ Mém. de l'acad. des sciences 1789, 185; Oeuvres de Lavoisier II, 688. Report of the British assoc. 1871, 189; Vergl. Voit l. c. 187.

⁷⁾ Vierordt, Physiol. d. Atmens 1845; Arch. f. physiol. Heilkunde III, 536; Wagner's Handwörterbuch d. Physiol. 1844 II, 828.

⁸⁾ Ann. d. Chem. u. Pharm. 1843, 214; Journ. f. prakt. Chem. 48, 435.

tenden Menschen eine vermehrte Sauerstoffaufnahme stattfindet; die letzteren haben auch eine vermehrte Kohlensäureabgabe konstatieren können. Welche Stoffe der Umsetzung unterliegen, war bis dahin nicht erforscht. J. von Liebig stellte nun 1842 den Satz auf, dass allein die Zersetzung des Muskeleiweiss die Quelle der Muskelkraft bilde. Man dachte sich, dass bei der Thätigkeit der Muskeln ihre eigene Substanz, welche aus eiweissartigem Stoffe besteht, dem Zerfall unterliege.

J. R. Mayer trat 1845 schon dieser Ansicht gegenüber und sagte: Die Muskeln bilden nicht das Material, durch dessen Umsetzung (in Harnstoff) Kraft erzeugt wird, sondern nur den Apparat, in welchem die Umwandlung der Kraft vor sich geht. Im Jahre 1860 jedoch zeigte Voit¹⁾, dass entgegen der bisherigen Anschauung — nach welcher bei stärkerer Arbeitsleistung ein grösserer Eiweissumsatz und damit eine vermehrte Harnstoffausscheidung zu erwarten stünde — die Eiweisszersetzung auch bei sehr angestrenzter Thätigkeit nicht die erwartete Steigerung erfährt.

Voit liess einen jungen, nicht fetten Hund in einer Tretmühle laufen und bestimmte sowohl während des Hungerns, als auch nachdem das Tier in das N-gleichgewicht gebracht war, die Harnstoffausscheidung; es ergab sich:

Nahrung		Harnmenge	Harnstoff	Fleischumsatz		
Fleisch	Wasser					
I.	0	258	186	14.3	196	ohne Laufen mit Laufen
	0	872	518	16.6	227	
II.	0	123	145	11.9	164	ohne Laufen
	0	527	186	12.3	167	mit Laufen
	0	125	143	10.9	149	ohne Laufen
III.	1500	182	1060	109.8	1522	ohne Laufen
	1500	657	1330	117.2	1625	mit Laufen
	1500	140	1081	109.9	1526	ohne Laufen
IV.	1500	412	1164	114.1	1583	mit Laufen
	1500	63	1040	110.6	1535	ohne Laufen

¹⁾ Voit, Unters. üb. d. Einfl. d. Kochsalzes etc.; Ztschr. f. Biolog. 1866. II, 339.

Ein zweiter Versuch mit einem älteren, fetteren hungerrunden Hunde und unter starker Anstrengung (8stündiges Laufen) ergab noch auffallendere Zahlen:

Tag	Wasser auf	Harnstoff	
1.	320	11.6	Ruhe.
2.	367	11.6	„
3.	1000	11.2	Laufen.
4.	500	12.5	Ruhe.
5.	490	11.8	„

Später von Pettenkofer und Voit¹⁾ gemeinsam angestellte Versuche am Menschen, bei Ruhe wie bei angestrenzter Arbeit, bei Hunger wie im N-gleichgewicht ergaben ebenfalls, dass die Eiweisszersetzung durch die Arbeit nur wenig gesteigert wurde; keinesfalls konnte die Steigerung durch die Muskelarbeit bedingt sein.

Die Muskelthätigkeit und die Grösse des Eiweissverbrauches stehen demnach nicht in Beziehung zu einander.

Die Versuche von Voit fanden Bestätigung durch die Erfahrungen anderer Autoren. Interessant ist eine Beobachtung von Fick und Wislicenus²⁾, welche im Eiweiss-hungerzustande das Faulhorn bestiegen und dabei die Grösse der Eiweisszersetzung bestimmten. Beide Forscher hatten in den der Besteigung vorhergehenden 17 Stunden nur stickstofffreie Nahrung genossen; sie sammelten den während des 6stündigen Aufstiegs gelassenen Harn, vereinigten ihn mit dem in den nächsten 6 Stunden ausgeschiedenen und bestimmten die N-menge des Harns. Die aus dem Stickstoff berechnete Menge des umgesetzten Eiweiss ergab c. 37 gr. Diese 37 gr Eiweiss liefern 250 Kalorien, ungefähr 106000 Kilogramm-Meter Arbeit entsprechend. Die thatsächliche Arbeitsleistung beider Herren muss aber auf c. 368000 kgr-m veranschlagt werden. Es kann also die Verbrennung von Eiweissstoffen nicht die ausschliessliche Kraftquelle des Muskels gewesen sein, da mehr als dreimal so viel Arbeit

¹⁾ Ztschr. f. Biologie 1866. II, 459.

²⁾ Vierteljahrsschr. d. Zürich. naturf. Ges. X, 317.

geleistet wurde, als das aus der Eiweissverbrennung berechnete Äquivalent der Wärmemenge beträgt.

Forster¹⁾ fand, dass der Eiweisszerfall bei einem durch Curare-Vergiftung bewegungsunfähig gemachten Tiere ein nicht geringerer war, als bei einem sich frei bewegenden, nicht vergifteten.

Eine geringe Vermehrung des Eiweissumsatzes bei gesteigerter Arbeit dagegen konnte Oppenheim²⁾ dann beobachten, wenn Atembeschwerden eintraten, z. B. bei schnellem Bergsteigen etc.; die gleiche Steigerung des Eiweisszerfalls tritt nach Fränkel³⁾ bei Einatmung von Kohlenoxyd, allgemein bei jeder verminderten Sauerstoffzufuhr ein.

Wie bereits angeführt wurde, hatten Vierordt und Scharling bei der Muskelthätigkeit eine vermehrte Kohlenäureausscheidung beobachtet; da dieselbe nach den jetzigen Erfahrungen nicht in einer grösseren Eiweisszersetzung ihren Grund haben kann, muss nunmehr angenommen werden, dass sie eine Folge vermehrter Zerstörung N-freier Substanzen ist.

Pettenkofer und Voit⁴⁾ haben durch zahlreiche Versuche nachgewiesen, dass, während der Eiweisszerfall bei der Arbeit keine wesentliche Steigerung erfährt, der Gaswechsel infolge der Muskelthätigkeit bedeutend zunahm. Sie fanden bei einem 70 kgr schweren Manne in der Ruhe, wie bei 8—10stündiger Arbeit, bei Hunger wie bei gemischter Kost den täglichen Eiweiss- und Fettverbrauch wie folgt:

		Verbrauch an		Kohle-	Kohlens.	Sauerst.	Wasser
		Eiweiss	Fett	hydrate	aus-	auf-	ausge-
				zersetzt	geschied.	genomm.	haucht
1. Hunger	Ruhe	78	215	—	716	761	889
	Arbeit	75	380	—	1187	1072	1777
2. Gemischt. Kost	Ruhe	137	65	352	912	831	828
	Arbeit	137	173	352	1209	980	1412

¹⁾ Ztschr. f. Biologie 1878. XIV, 146.

²⁾ Pflüger's Arch. 1880. 23, 446.

³⁾ Virchow's Arch. 1876, 273 u. 1879, 117.

⁴⁾ Ztschr. f. Biologie 1866. II, 438.

In beiden Fällen ist der Fettverbrauch sowohl, wie die Wasserausscheidung bei der Arbeit eine beträchtlich grössere als in der Ruhe.

Wenn daher der arbeitende Organismus auf seinem Bestande erhalten werden soll, so ist es nötig, ihm mehr Fett oder diesem gleichwertige Kohlehydrate zuzuführen, als dies bei einem ruhenden Organismus notwendig ist. Geschieht dies nicht, dann muss der Mehrverbrauch an Fett bei der Arbeit durch das Körperfett gedeckt werden. Der Körper wird fettärmer; mit der Fettverarmung steigt aber der Eiweissverbrauch, so dass nun auch die N-ausscheidung gesteigert erscheint.

So erklären sich auch die Versuche von Pavy¹⁾ und Flint²⁾ an dem englischen Schnellläufer Weston, bei welchem die beiden Forscher nach tagelang fortgesetztem Laufen ein Ansteigen der Harnstoff-(N-)Ausscheidung beobachteten.

Auch die von Kellner und Wolff³⁾ ausgeführten Versuche, bei welchen gleichmässig gefütterte Pferde in den letzten Arbeitsperioden mehr Stickstoff ausschieden als im Anfange der Arbeit, sind von J. Forster⁴⁾ in obigem Sinne (indirekter Einfluss der Arbeit auf den Eiweissverbrauch) gedeutet worden.

Die Muskelarbeit erfolgt also vorherrschend und zunächst auf Kosten N-freier Substanzen; wenn diese nicht mehr zur Verfügung stehen, oder die Anstrengung bis zu eintretender Atemnot gesteigert wird, erst dann wird Eiweiss angegriffen.

Neuerdings glaubten wieder Argutinsky⁵⁾ und Pflüger⁶⁾ durch Versuche nachgewiesen zu haben, dass gerade umgekehrt die Eiweissstoffe in erster Linie die Quelle der Muskelkraft bilden.

¹⁾ Lancet. 1876 u. 1877.

²⁾ Journ. of Anat. and Physiol. 1877, 91.

³⁾ Preuss. landw. Jahrb. 1880, 701.

⁴⁾ Deutsche Ztschr. f. Tiermedizin. 1878. III, 302.

⁵⁾ Pflüger's Arch. 1889, 46, 552.

⁶⁾ Pflüger's Archiv 1891. 50, 98.

J. Munk¹⁾ u. J. Hirschfeld²⁾ zeigten jedoch, dass die Versuche Argutinsky's nicht mit den nötigen Kautelen gemacht wurden, indem die aufgenommene Nahrung im Verhältnis zur geleisteten Arbeit eine ungenügende war, so dass thatsächlich neben Fett auch Muskelsubstanz zersetzt wurde, wie in den Versuchen von Kellner und Wolff.

Hirschfeld hat bei Versuchen an sich selbst auch durch die kräftigste Muskularbeit weder bei eiweissreicher noch bei eiweissarmer Nahrung, wenn letztere nur an sich reichlich war, eine gesteigerte Stickstoffausscheidung herbeiführen können.

Wenngleich nun die Muskularbeit als solche mit der Eiweisszersetzung nicht im Zusammenhange steht, auch keine vermehrte Eiweisszersetzung zur Folge hat, so ist doch eine erhöhte Eiweissgabe für den arbeitenden Menschen nicht nur nicht überflüssig, sondern sogar notwendig. Die Muskeln, welche ihrer Hauptmasse nach (abgesehen vom Wasser zu 21^{0/10}) aus Eiweiss bestehen, nehmen infolge der grösseren Anstrengung an Masse zu, es erfolgt Eiweissansatz, der Gesamtkörper wird eiweissreicher. Damit nun dieser Zustand erhalten bleibe, damit die Muskulatur ihre Leistungsfähigkeit nicht einbüsse, ist eine reichlichere Eiweisszufuhr erforderlich. Das Eiweissbedürfnis eines angestrengt arbeitenden Menschen ist ein grösseres, als das eines weniger oder gar nicht arbeitenden Individuums.

Der erhöhte Bedarf des Arbeiters an stickstofffreiem Nährmaterial bedingt gesteigerte Anforderungen an den Darm, eine vermehrte Produktion der Verdauungssäfte und Verdauungsfermente; da letztere aber als N-haltige Substanzen nur durch Zersetzung von Eiweiss erhalten werden können, so ist auch aus diesem Grunde für den angestrengt arbeitenden Menschen neben reichlicherer Zufuhr N-freier Nahrung eine grössere Zufuhr von N-haltigem Eiweiss nötig, als für ein unthätiges Individuum. (Hofmann.³⁾)

¹⁾ J. Munk, Über Muskularbeit und Eiweisszerfall; Verh. d. physiol. Ges. zu Berlin 1890 Nr. 12.

²⁾ Virchow's Arch. 1890. 111, 501.

³⁾ Fr. Hofmann, d. Fleischnahrung. Leipzig 1880.

Geistige Thätigkeit übt auf den Stoffverbrauch nach Untersuchungen von Speck¹⁾ keinen messbaren Einfluss aus.

Während des Schlafes, dem Zustande grösster Ruhe, ist die Sauerstoffaufnahme und die Kohlensäureabgabe sehr herabgesetzt. (Boussingault, Henneberg, Scharling, Ed. Smith, Liebermeister.²⁾ Nach Versuchen von Pettenkofer u. Voit³⁾ ist der Eiweisszerfall während des Schlafes derselbe wie im wachen Zustande, sobald der Einfluss der Nahrung aufgehoben ist; dagegen wird während des Schlafes weniger Fett zersetzt, in Übereinstimmung mit der Thatsache, dass bei der Arbeit zwar nicht mehr Eiweiss, wohl aber mehr Fett der Zerstörung anheimfällt.

12. Einfluss der Temperatur der umgebenden Luft.

Der Eiweissverbrauch wird weder durch Kälte noch durch Wärme wesentlich geändert; eine Erniedrigung der Aussentemperatur hat eine Zunahme der Kohlensäureausscheidung, einen gesteigerten Fettverbrauch zur Folge. Es beweisen das die Versuche von Voit und Herzog Carl Theodor in Bayern⁴⁾, welche an einem 71 kg schweren Manne in der Ruhe und im Hungerzustande ausgeführt wurden.

Aussen- temperatur	Ausgeschied. CO ₂	Ausgeschied. N im Harn
+ 4.4° C	210.7	4.2
6.5 „	206.0	4.1
9.0 „	192.0	4.2
14.5 „	155.1	3.8
16.3 „	158.0	4.0
23.7 „	164.8	3.4
24.2 „	166.5	3.3
26.7 „	160.0	4.0

Da bei dem möglichst ruhig dasitzenden Manne stärkere willkürliche Bewegungen als Ursache der vermehrten Kohlen-

¹⁾ Arch. f. experim. Pathol. u. Pharmacologie. 1881, 81.

²⁾ Siehe Voit, Handb. d. Physiol. p. 204.

³⁾ Ztschr. f. Biologie 1866. II, 545.

⁴⁾ Ztschr. f. Biologie 1878. 14, 51. 57.

säureausscheidung auszuschliessen waren, da ferner auch der Einfluss einer veränderten Atemmechanik (in der Kälte sind die Atemzüge tiefer und häufiger) zu gering ist, um eine so beträchtlich gesteigerte Kohlensäureabgabe zu erklären, so muss man annehmen, dass die erhöhte Kohlensäureabcheidung die Folge einer Reflexwirkung ist, welche von den sensiblen Hautnerven ausgeht und von diesen auf weitere Organe des Körpers, besonders die Muskeln, sich fortpflanzt; in den Muskeln findet dann durch Reflex ein Einfluss auf die Zersetzung statt.

Nahrung des Menschen.

Die allgemeinen Anforderungen, welche wir an die Kost des Menschen zu stellen haben, fasst v. Voit¹⁾ in folgenden Sätzen zusammen:

1. Es muss jeder Nahrungsstoff in genügender Menge vorhanden sein.

Es genügt nicht, von dem einen oder dem anderen Nahrungsstoff eine grosse Menge zu geben; denn bei reichlicher Zufuhr aller übrigen Nährstoffe würde der Körper dennoch aus Mangel an nur einem einzigen Stoffe z. B. Eiweiss oder Wasser gar bald Hungers sterben. Wie viel in jedem einzelnen Falle gegeben werden muss, hängt von verschiedenen Umständen ab. Ein kräftiger Arbeiter gebraucht mehr als ein schwacher, wenig thätiger Körper.

2. Die einzelnen Nahrungsstoffe müssen in richtigem Verhältnis gegeben werden. Damit dem Körper die richtige Nahrung zugeführt werde, muss von jedem der Nahrungsstoffe so viel verabreicht werden, als zur Erhaltung der Stoffe des Körpers eben nötig ist, nicht zu viel und nicht zu wenig. Ein kräftiger Mensch scheidet bei mittlerer Arbeit täglich ungefähr 18.3 g N und 328 g C aus. Um diesen Verlust zu ersetzen, müsste derselbe von folgenden Nahrungsmitteln in g geniessen:

¹⁾ v. Voit l. c. 495.

	für 18.3 gr N		für 328 gr C
Käse	272 gr	Speck	450 gr
Fettarmes Fleisch	538 "	Weizenmehl	824 "
Eier (18 Stück)	905 "	Erbsen	919 "
Schwarzbrot	1430 "	Schwarzbrot	1346 "
Reis	1868 "	Eier (43 Stück)	2231 "
Kartoffeln	4575 "	Kartoffeln	3124 "
Speck	4796 "	Milch	4652 "
Weisskohl	7625 "	Weisskohl	9318 "
Weisse Rüben	8714 "	Weisse Rüben	10650 "
Bier	17000 "	Bier	13160 "

Keines dieser Nahrungsmittel enthält demnach die Nährstoffe in der richtigen Zusammensetzung; wenn auch die Erhaltung des Körpers auf kurze Zeit mit fast jedem dieser Nahrungsmittel möglich ist, so wäre doch eine derartige Ernährung sehr irrationell, weil überall zu viel oder zu wenig von dem einen oder dem anderen Nahrungsstoff vorhanden ist. Man würde auf der einen Seite dem Organismus zu wenig bieten, auf der andern Seite ihn ungeheuer überlasten. Es empfiehlt sich daher eine gemischte Kost und zwar, da die aus dem Tierreich stammenden Nahrungsmittel viel Eiweiss und Fett erhalten, die aus dem Pflanzenreich viel Kohlehydrate und wenig Eiweiss, eine aus animalischen und vegetabilischen Substanzen gemischte Nahrung. Durch eine gemischte Kost werden auch die Nachteile einseitiger, ausschliesslicher Ernährung mit Vegetabilien (zu grosses Volumen, schlechte Ausnutzung, Übermaass von Kohlehydraten) wie alleiniger Ernährung mit Fleisch (Verschwendung von Eiweiss, unzureichende Zufuhr von Fett und Kohlehydraten, Neigung zur Verstopfung) verhütet.

3. Die Nahrungsstoffe müssen aus dem Darmkanal in die Säfte aufgenommen werden können. Die eingenommenen Nahrungsstoffe müssen sich in einer Form befinden, in der sie vom Darm aus in genügender Menge in die Säfte übergehen können und zugleich dem Darm wie dem übrigen Körper zu ihrer Bewältigung nicht zu viel Last und Arbeit aufbürden oder anderweitige Schädlichkeiten bereiten. So bringt das zumeist grosse Volumen der vegetabilischen Nahrung (Kartoffeln, Schwarzbrot etc.)

für den Darm Beschwerden; die prozentische Ausnutzung der Nährstoffe im Darm ist bei einem mittleren Volumen eine bessere als bei grösserem Volumen; andererseits ist auch wieder eine gewisse Füllung des Magens nötig, um das Gefühl der Sättigung zu erzeugen. Manche vegetabilische Nahrungsmittel (Cerealien, Leguminosen) müssen zunächst von ihren für die Verdauungssäfte unzugänglichen Hüllen befreit und der Inhalt sodann in eine von den Säften angreifbare Form gebracht werden; durch den Einfluss des Wassers und höherer Temperatur müssen die Zellwände gesprengt und das an sich schwer verdauliche Stärkemehl zur Quellung gebracht werden.

Die meisten animalischen Nahrungsmittel werden zwar im gesunden Darm in rohem Zustande ebenso gut verdaut wie nach vorhergegangener Zubereitung etwa durch Kochen oder Braten; allein bei schwächlichen und kränklichen Personen ist auch bei der animalischen Kost eine vorherige Zubereitung, sei es durch Zerkleinern, durch Kochen, Braten etc. von grösster Bedeutung.

4. Es müssen ausser den Nahrungsmitteln noch Genussmittel gegeben werden. Auch dieser Punkt ist bereits angedeutet. Eine Kost, welche nur die für den Bestand des Körpers nötigen Nahrungsstoffe enthält, ist keine Nahrung, sondern ein geschmackloses Gericht, das uns widersteht, Erbrechen und Diarrhöen hervorruft; erst die Genussmittel, die Würzen, riechende und schmeckende Stoffe, wecken die Lust zum Essen und üben durch ihre Einwirkung auf die Nerven einen wohlthuenden Einfluss auf die Verdauungsvorgänge aus.

Die Kochkunst hat die wichtige Aufgabe, die Nahrungsstoffe so zu mischen, dass der Organismus sich dadurch auf die beste Weise stofflich erhält, die Materialien für die Verdauung vorzubereiten und die mannigfaltigen Genussmittel in richtiger Art und Folge zuzufügen, damit die Speisen mit Lust verzehrt und einen guten Ablauf der Vorgänge im Darm bewirken.

Litte

Be
her
run
Ve
un
im
gev
lun
Ch
auf
Bei
Un
K.
bad
gar

nach
anin

Nahr
halte

und
wiege
und
ständ